ББК 32.884.19
В80

Составитель *В. А. Никитин*

Рецензент *А. С. Долгий*

Редактор *М. Е. Орехова*

В помощь радиолюбителю: Сборник. Вып. 108/
В80 Сост. В. А. Никитин.— М.: Патриот, 1990.—80 с., ил.
30 к.

Описания радиолюбительских конструкций, методов расчета и настройки их основных узлов.

Содержащиеся в статьях сведения позволят творчески конструировать подобные устройства в радиолюбительской практике.

Для радиолюбителей с различным уровнем подготовки.

В $\frac{2302020500-038}{072(02)-00}$ 27—90 **ББК 32.884.19 6Ф2.9**

Издание для досуга

Составитель *Вильямс Адольфович Никитин*

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

Выпуск 108

Художественный редактор *Т. А. Хитрова.* Технический редактор *З. И. Сарвина.* Корректоры *Г. И. Исполатовская, И. Н. Киргизова.*

ИБ № 4040

Сдано в набор 14.02.90. Подписано в печать 21.06.90. Г-43479. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага книжно-журнальная. Гарнитура литературная. Печать офсетная Усл. печ. л. 4,20. Усл. кр.-отт. 4,62. Уч.-изд. л. 4,00. Тираж 800 000 экз. Заказ № 1591. Цена 30 к. Изд. № 2/ч-539.

Ордена «Знак Почета» издательство ЦК ДОСААФ СССР «Патриот». 129110, Москва, Олимпийский просп., 22.

Типография издательства Куйбышевского обкома КПСС. Куйбышев, просп. К. Маркса, 201.

АВТОМАТИКА В БЫТУ И НА ТРАНСПОРТЕ

АВТОМАТ СВЕТОВЫХ ЭФФЕКТОВ НА ППЗУ

А. Коваль

В настоящей статье предлагается достаточно простой и доступный для массового повторения автомат световых эффектов, позволяющий получить шестнадцать различных программ переключения четырех независимых источников света. Этот автомат выгодно отличается от автомата, описанного в [1], значительно большим количеством и разнообразием световых эффектов, более доступной элементной базой. Данный автомат рассчитан на шестнадцать программ, каждая из которых состоит из шестнадцати комбинаций. Поэтому можно в одной программе реализовать комбинированные световые эффекты, например «бегущие огни» вперед и назад, «бегущая тень» вперед и назад, «накапливающееся включение и выключение». Наилучший световой эффект получается при расположении источников света в виде цепочки или гирлянды.

В автомате реализован автоматический перебор программ переключения источников света. Автомат имеет три режима работы. В первом режиме предусмотрен автоматический перебор всех программ, причем каждая программа повторяется десять раз, после чего осуществляется переход к следующей программе и соответственно к другому световому эффекту. Этот режим использует все возможности и преимущества данного автомата.

Второй режим предусматривает непрерывное повторение одной программы переключения источников света. Для этого необходимо во время выполнения нужной программы переключить режим работы автомата. Предусмотрена возможность перебора программ с целью более быстрого поиска нужной программы.

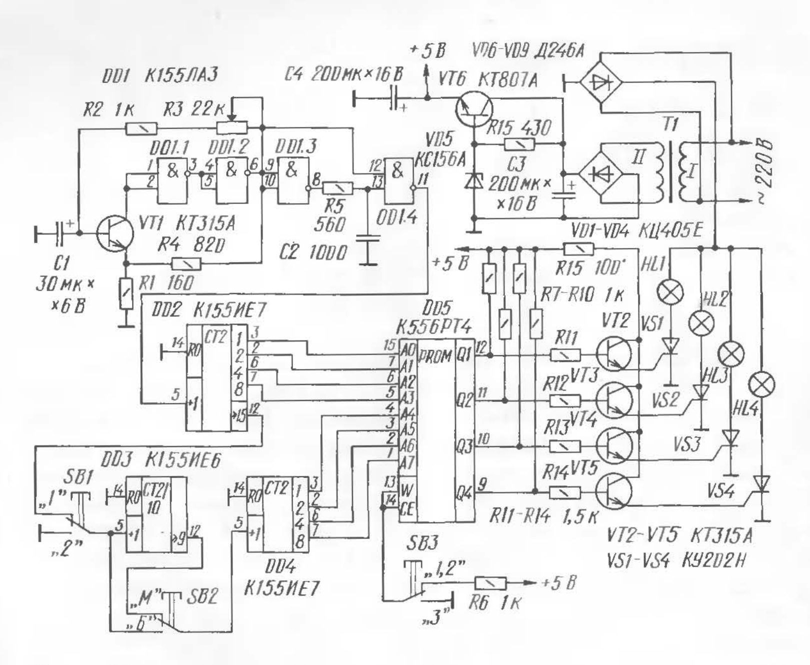


Рис. 1. Принципиальная схема автомата

Третий режим работы обеспечивает постоянное свечение всех источников света. Он предназначен для быстрого обнаружения перегоревших ламп.

Принципиальная схема автомата световых эффектов и блока питания приведена на рис. 1. Автомат состоит из задающего генератора импульсов (DD1.1 и DD1.2), формирователя короткого импульса (DD1.3 и DD1.4), схемы выбора светового эффекта (DD2), схемы выбора программы (DD3, DD4), постоянного программируемого запоминающего устройства (DD5), транзисторных ключей (VT2—VT5) для управления тиристорами (VS1—VS4).

Автомат работает следующим образом. При подаче питания генератор импульсов, собранный на логических элементах 2И-НЕ DD1.1 и DD1.2, начинает вырабатывать импульсы. Частоту этих импульсов можно изменять переменным резистором R3, при этом будет изменяться скорость переключения источников света. Эти импульсы через формирователь короткого импульса поступают на счетный вход счетчика DD2. Выходы 1, 2, 4, 8 этого

счетчика соединены с адресными входами A0—A3 ППЗУ DD5. Счетчик DD2 обеспечивает последовательный перебор шестнадцати световых комбинаций одной программы. С адресными входами A4—A7 ППЗУ DD5 соединены выходы счетчика DD4. Этот счетчик обеспечивает перебор шестнадцати программ переключения источников света. С помощью счетчика DD3 обеспечивается десятикратное повторение каждой программы. В первом режиме работы автомата (положение «1» переключателя SB1) на счетный вход счетчика DD3 поступает последовательность импульсов с выхода переноса счетчика DD2 (вывод 12). В положении «М» переключателя SB2 импульсы с выхода переноса счетчика DD3 поступают на счетный вход счетчика DD4. Происходит переключение программы на очередную.

Если переключатель SB2 находится в положении «Б», то импульсы с выхода переноса счетчика DD2 поступают на счетный вход счетчика DD4. Переключение программ происходит без десятикратного повторения.

При установке переключателя SB1 в положение «2» импульсы с выхода переноса счетчика DD4 перестанут поступать на счетчики DD3, DD4. На входах A4—A7 ППЗУ DD5 зафиксируется та программа, адрес которой был сформирован на выходах 1, 2, 4, 8 счетчика DD4 в момент переключения режима. Эта программа будет повторяться до тех пор, пока переключатель SB1 не будет возвращен в положение «1».

В положении «3» переключателя SB3 реализуется третий режим работы автомата. При этом на выходах Q1—Q4 микросхемы DD5 будут сформированы напряжения, соответствующие уровню логической 1, что вызовет свечение всех ламп накаливания HL1—HL4. Это значительно облегчает поиск перегоревших ламп накаливания в цепочках, гирляндах и т. д.

С выходов Q1—Q4 микросхемы DD5 сигналы поступают на эмиттерные повторители VT2—VT5. Выходы ППЗУ выполнены по схеме с открытым коллектором, поэтому выходное напряжение снимается с нагрузочных сопротивлений R7—R10. Эмиттерные повторители управляют работой тиристоров VS1—VS4, в анодные цепи которых включены лампы накаливания HL1—HL4. Если предполагается использовать лампы накаливания с рабочим напряжением 220 В, то необходимо использовать выпрямительный мост VD6—VD9, как и показано на схеме. Если

лампы рассчитаны на напряжение 120...130 В, диодный мост VD6—VD9 можно исключить.

Если автомат световых эффектов будет удален от источников света, целесообразно ввести четыре светодиода для контроля за работой автомата. Светодиоды включаются анодами к эмиттерам ключевых транзисторов VT2—VT5, а катодами на общий провод.

В блоке питания автомата трансформатор T1 мощностью 5...10 Вт и с напряжением на обмотке II 7...10 В. Самодельный трансформатор наматывают на магнитопроводе Ш 20×20: обмотка I содержит 2640 витков провода ПЭВ 0,12, обмотка II — 100 витков провода ПЭВ 0,22. Транзистор КТ807А можно заменить на любой из серий КТ815, КТ817. Для более надежной работы блока питания транзистор VT6 необходимо установить на радиатор. Вместо выпрямительной сборки КЦ405Е можно использовать мостик из других выпрямительных диодов с подходящими электрическими параметрами. Электролитические конденсаторы C1, C3, C4 могут быть типа К50-6, К50-3. Конденсатор C2 керамический типа КМ, КТ, КД. Резисторы типа МЛТ или любые другие малогабаритные. Счетчик DD4 К155ИЕ7 можно заменить на К155ИЕ5, счетчик DD3 К155ИЕ6 — на К155ИЕ1, К155ИЕ7. При замене на К155ИЕ7 программы переключения источников света будут повторяться не десять, а шестнадцать раз. Для управления лампами накаливания применены тиристоры КУ202Н, при этом ток нагрузки не должен превышать 2 А. При установке тиристоров VS1—VS4 на радиаторы ток нагрузки может достигать 10 А.

Карту программирования ППЗУ в полном виде в рамках данной статьи представить невозможно, поэтому в качестве примера приведена карта программирования двух программ переключения источников света (табл. 1). Первая программа реализует эффект «бегущий огонь и реверс бегущего огня», вторая программа эффект «накапливающееся включение и реверс накапливающегося включения».

Программирование ППЗУ К556РТ4 осуществляется путем подачи одиночных программирующих импульсов на выход соответствующего программируемого разряда и на вывод питания. При этом пережигаются соответствующие перемычки во внутренней шифраторной матрице микросхемы, что эквивалентно записи в нужные разря-

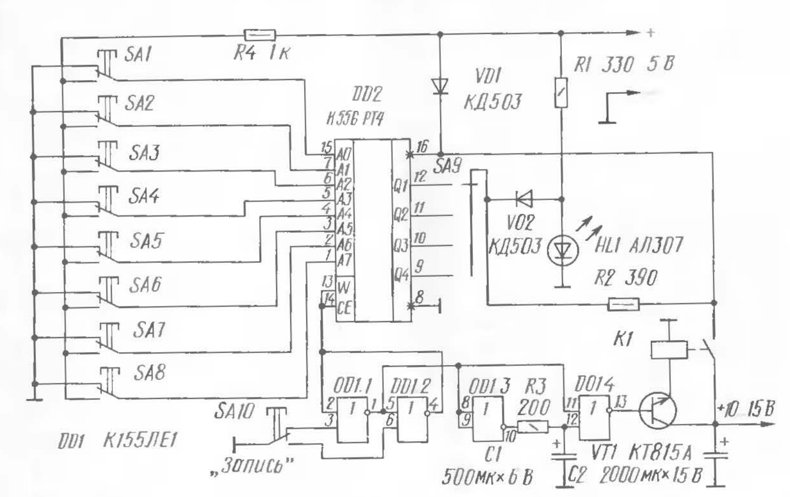


Рис. 2. Принципиальная схема программатора

ды логической 1. Для программирования ППЗУ К556РТ4 в любительских условиях можно использовать программатор, описанный в [2]. Автор использовал программатор, схема которого приведена на рис. 2. С помощью переключателей SA1—SA8 набирается адрес нужного слова, переключателем SA9 выбирают разряд, подлежащий программированию. При нажатии на кнопку «Запись» срабатывает генератор одиночного импульса, собранный на микросхеме DD1. С выхода элемента DD1.4 импульс длительностью около 100 мс открывает ключ на транзисторе VT1. Кратковременно срабатывает реле, и на программируемый разряд и вывод питания ППЗУ подается напряжение 10...15 В. Если единица записалась в нужный разряд, светодиод HL1 должен загореться. Если единица не записалась, следует повторить операцию записи, увеличивая напряжение от 10 до 15 В. Реле РЭС-10 РС4.524.304, РС4.524.315 или РС4.524.317.

Если при эксплуатации автомата возникнет необходимость в увеличении количества световых эффектов, можно использовать несколько микросхем ППЗУ, объединив их выводы по схеме «монтажное ИЛИ». Адресные входы микросхем следует соединить параллельно, а выбором микросхем управлять по входам выборки (выводы 13, 14 К556РТ4) с помощью переключателей. Используя эту

Таблица 1

Адрес								Код				Примечание
A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	Q1	Q2	Q3	Q4	
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	«Бегущие огни»
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	
0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	«Реверс бегущих огней»
0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	
0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	
0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	
0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	
0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	
0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	
0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	
0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	
0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	
0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	

возможность, можно значительно увеличить количество реализуемых световых эффектов.

Монтаж автомата желательно производить на макетной плате для микросхем, используя для соединений тонкий многожильный провод, либо на специально изготовленной печатной плате. При отсутствии ошибок в монтаже автомат налаживания не требует и начинает работать сразу после подачи напряжения питания.

При работе с автоматом световых эффектов следует помнить, что его детали гальванически связаны с сетевым напряжением. Поэтому монтаж и наладку следует производить при отключенном напряжении питания. Корпус автомата желательно изготовить из диэлектрического материала.

Литература

1. Золотарев А., Мельник В., Поздняков Ю. Многофункциональный автомат световых эффектов.— В помощь радиолюбителю. Вып. 95, с. 52.

2. Назаров Н. Программатор для микросхем К556РТ4.— В помощь радиолюбителю. Вып. 83, с. 26.

3. Аналоговые и цифровые интегральные схемы/Под ред. С. В. Якубовского.— М.: Советское радио, 1985.

Продолжение таблицы 1

Адрес								Код				Примечание
A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	Q1	Q2	Q3	Q4	
0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	
0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	«Накапливающееся включение гирлянд»
0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	
0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	
0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	
0	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	
0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	«Реверс накапливающегося включения»
0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	
0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	
0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	
0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	
0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	
0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	
0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	
0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	
0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	

ОХРАННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Ю. Коверга

Промышленные охранные устройства предназначены для подачи звукового сигнала при попытке проникновения посторонних лиц в салон, багажник или подкапотное пространство автомобиля. В устройствах типа «Сторож», СЭ-8, АОС [1, 2] и в устройствах, разрабатываемых радиолюбителями, в качестве датчиков используются выключатели, устанавливаемые на дверях автомобиля, или маятниковые (шариковые) устройства, реагирующие на колебания кузова. Недостатком электронных устройств с выключателями является то, что они не реагируют на колебания кузова, например при попытке снятия колеса. Маятниковые датчики снабжены шаровой опорой, которую необходимо устанавливать строго вертикально.

Предлагаемое охранное устройство избавлено от перечисленных недостатков.

2—1591

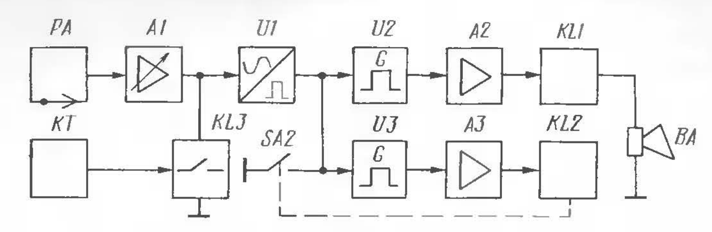


Рис. 1. Функциональная схема охранного устройства

Функциональная схема устройства приведена на рис. 1. Она содержит датчик колебаний PA, двухкаскадный усилитель с регулируемым коэффициентом усиления A1, преобразователь U1, одновибраторы U2 и U3, усилители A2 и A3, электронные ключи KL1, KL2 и KL3, электронное реле времени KT и звуковой сигнал BA.

Устройство работает следующим образом. При колебаниях кузова автомобиля выходной сигнал с датчика PA усиливается двухкаскадным усилителем A1 и поступает на вход преобразователя U1, который формирует прямоугольные импульсы. С выхода U1 преобразованный сигнал поступает на вход одновибраторов U2 и U3, которые формируют импульсы длительностью 10 и 15 с соответственно. Далее сигнал усиливается усилителями A2 и A3. Усиленный сигнал с выхода KL1 включает звуковой сигнал автомобиля BA на время 10 с, которое задается одновибратором U2. Одновременно с включением звукового сигнала электронный ключ KL2, вход которого подключен к A3, своими контактами SA2 закорачивает на общий провод входы одновибраторов на время 15 с. Такая задержка во времени обусловлена тем, что при работе звукового сигнала вибрационного типа возникают сильные электромагнитные помехи, влияющие на выключение одновибратора U2. По истечении 5 с после выключения звукового сигнала электронный ключ KL2 срабатывает и размыкает контакты SA2. После этого устройство переходит в режим ожидания. Реле времени KT включается сразу после подачи напряжения питания на устройство и закорачивает вход преобразователя U1 на время 50 с, необходимое для того, чтобы водитель мог закрыть двери, т. е. для успокоения колебаний датчика PA. По истечении этого времени ключ KL3 размыкается и в дальнейшей работе не участвует.

Рис. 2. Принципиальная схема устройства

Принципиальная схема устройства приведена на рис. 2. Усилитель A1 собран на двух микросхемах DA1 и DA2. На микросхеме DA1 выполнен первый каскад, представляющий собой усилитель переменного напряжения с однополярным питанием. Входной сигнал через разделительный конденсатор C1 поступает на неинвертирующий вход микросхемы DA1. При отсутствии входного сигнала на выходе DA1 устанавливается половина напряжения источника питания, которое задается делителем напряжения R1 и R2. При колебаниях датчика PA на выходе DA1 появляется сигнал, симметричный относительно среднего уровня. Для стабилизации режима работы DA1 по постоянному току параллельно R2 включен электролитический конденсатор C2. Далее сигнал через резистор R7 поступает на вход второго каскада усилителя (микросхема DA2), выполненного по аналогичной схеме. Конденсаторы C5, C6, C8 разделительные. С выхода DA2 сигнал поступает на вход преобразователя, выполненного на транзисторах VT2 и VT3. Для согласования выходного сигнала с уровнем ТТЛ транзистор VT3 питается напряжением +5 В. Далее сигнал поступает на вход одновибратора, выполненного на микросхеме DD1. Запуск одновибратора осуществляется по положительному фронту входного импульса. Времязадающими элементами одновибратора являются элементы C12 и R26, которые подбираются так, чтобы длительность импульса составляла 10 с. Сигнал с выхода DD1 через эмиттерный повторитель поступает на вход электронного ключа, который выполнен на транзисторах VT8 и VT9. В коллекторную цепь транзистора VT9 включено реле сигналов автомобиля K1, которое включает звуковой сигнал BA. На микросхеме DD2 построен одновибратор, аналогичный одновибратору на схеме DD1. Времязадающая цепь R30C13 настраивается на длительность импульса 15 с. Контакты K2.1 реле K2 закорачивают входы одновибраторов DD1 и DD2 на общий провод. Реле задержки KT собрано на транзисторах VT4, VT5 и VT6. Выдержка времени определяется элементами C11 и R19. Диод VD1 предназначен для разрядки конденсатора C11 при отключении источника питания.

Для питания устройства используется стабилизированный источник питания, схема которого приведена на рис. 3. Источник напряжения +7 В представляет собой параметрический стабилизатор напряжения, кото-

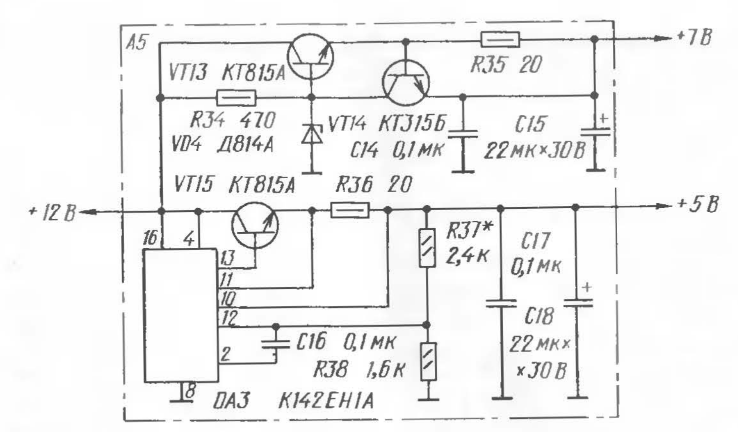


Рис. 3. Схема источника питания

рое задается стабилитроном VD4. Транзистор VT14 предназначен для защиты силового транзистора VT13 от короткого замыкания в цепи нагрузки. Для этого сопротивление резистора R35 подбирается таким образом, чтобы при максимальном токе нагрузки падение напряжения на нем было недостаточно для отпирания транзистора VT14. Поэтому при номинальном токе нагрузки транзистор VT14 заперт и не оказывает влияния на работу стабилизатора. При значительном возрастании тока нагрузки падение напряжения на резисторе R35 увеличивается и транзистор VT14 отпирается, шунтируя переход эмиттер-база силового транзистора VT13, что приводит к его запиранию. После устранения замыкания или уменьшения тока нагрузки до номинального уровня стабилизатор выходит на номинальный режим благодаря запиранию транзистора VT14.

Источник напряжения +5 В собран по схеме электронного стабилизатора с использованием микросхемы DA3. Резистор R36 обеспечивает защиту этого стабилизатора от короткого замыкания в цепи нагрузки.

В данном устройстве в качестве микросхем DA1 и DA2 можно использовать и другие операционные усилители, рассчитанные на напряжение питания ±6 В с соответствующими цепями частотной коррекции. Вместо транзисторов КТ315Б можно использовать КТ312 или КТ342 с любым буквенным индексом, вместо КТ608Б можно ис-

пользовать КТ602А или КТ602Б, вместо КТ817Г — КТ817Б, КТ815Б. Вместо диода КД522 может быть установлен КД503 или Д220, вместо стабилитрона Д814А — стабилитрон КС182.

Для обеспечения нормальной работы устройства в интервале температур от —20 до +70 °С используются электролитические конденсаторы типа К50-16. Резисторы любого типа.

Реле К1 — штатное реле сигналов от автомобиля «Москвич», оно может быть заменено на реле типа РС502, РС503 или РС527. Реле К2 — типа РЭС34, паспорт РС4.524.370—02 или РС4.524.370—07. Возможно применение и других типов реле, рассчитанных на рабочее напряжение 12...14 В и ток срабатывания 10...40 мА.

В качестве датчика используется микроамперметр типа М4206 с нулем посредине шкалы и чувствительностью 50—0—50 мкА. Для увеличения инерционности микроамперметр нужно доработать, укрепив на конце стрелки грузик. Для этого под конец стрелки подкладывается кусочек медной, предварительно залуженной, фольги размерами 2×5 мм и наносится капля припоя. При колебаниях кузова автомобиля стрелка будет раскачиваться, как маятник, и в рамке будет наводиться переменная ЭДС с частотой колебаний кузова. Датчик устанавливается в кузове стрелкой вниз. Поскольку стрелка микроамперметра имеет большой запас хода влево и вправо от нулевой отметки шкалы, отпадает необходимость устанавливать автомобиль на горизонтальной поверхности или корректировать положение датчика.

Устройство собрано на пяти печатных платах, которые устанавливаются на кросс-плате с помощью уголков. Чертежи печатных плат и расположенных на них элементов приведены на рис. 4—8. Печатные платы выполнены из двустороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Их расположение на кросс-плате и ее печатные проводники показаны на рис. 9.

В процессе настройки устройства сначала подбором стабилитрона VD4 и сопротивления резистора R37 устанавливают номинальные выходные напряжения блока питания. Подбором сопротивления резисторов R26 и R30 добиваются получения длительности импульсов одновибраторов соответственно 10 и 15 с. Подбором сопротивления резистора R19 устанавливают задержку 40...50 с.

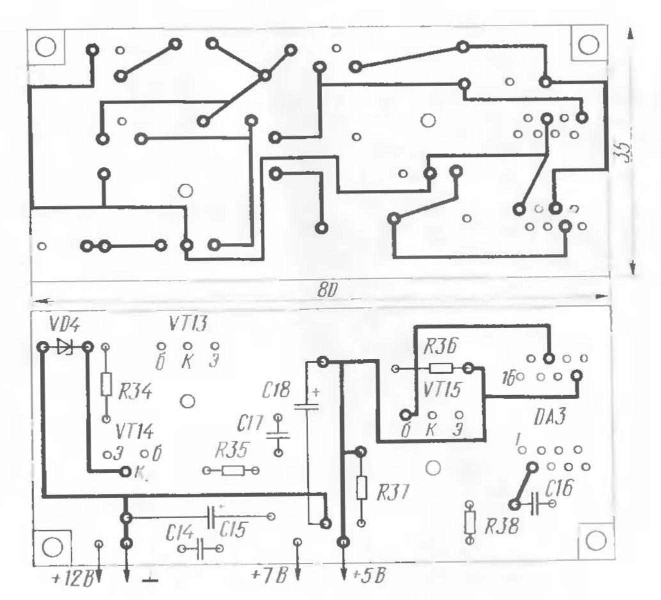


Рис. 4. Плата А5

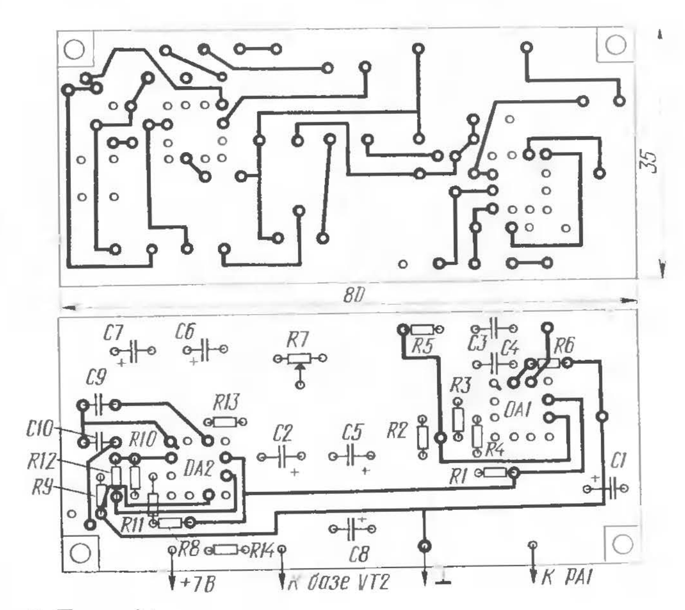


Рис. 5. Плата А1

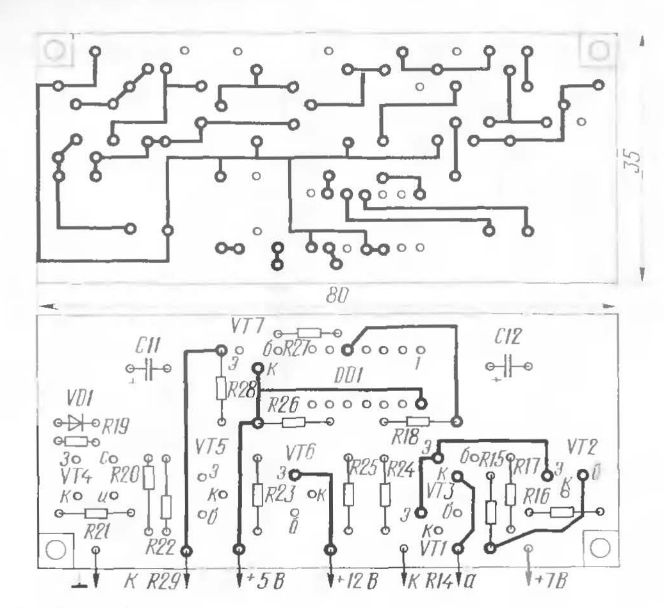


Рис. 6. Плата А2

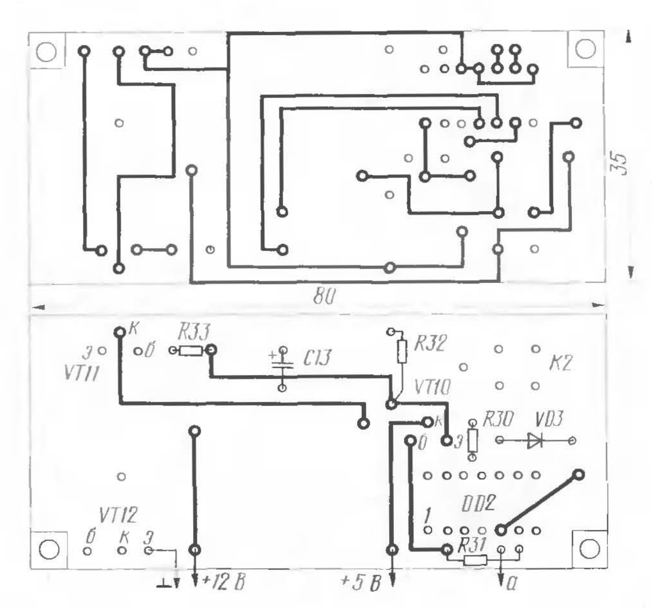


Рис. 7. Плата А3

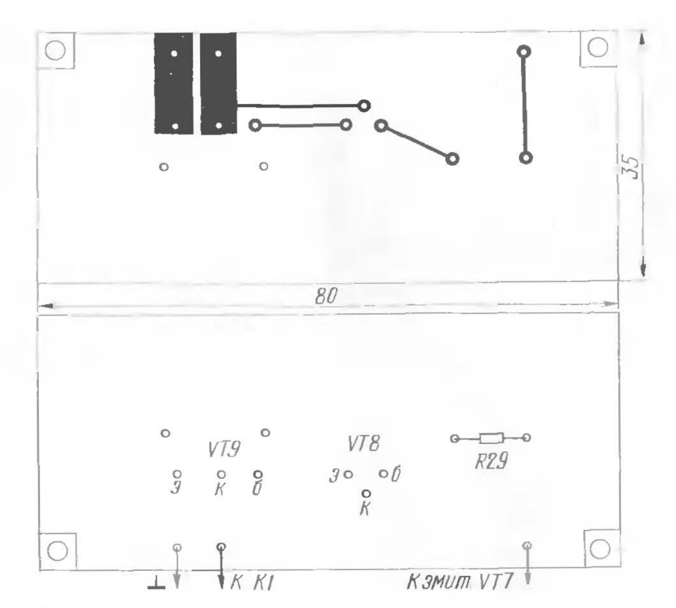


Рис. 8. Плата А4

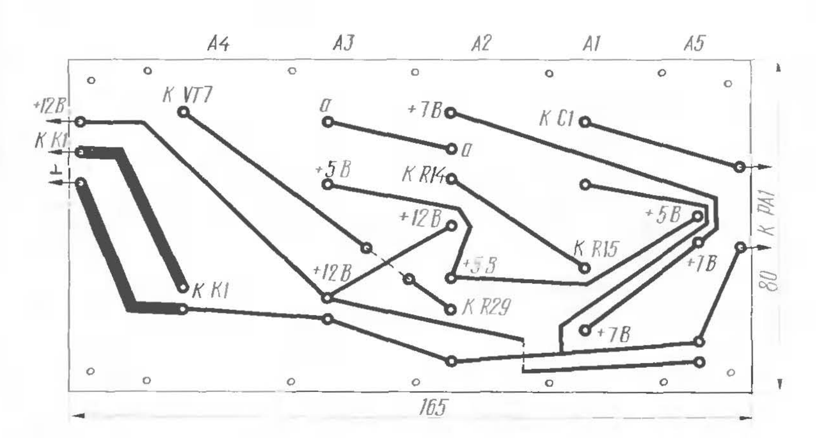


Рис. 9. Кросс-плата

Переменным резистором R7 устанавливается чувствительность устройства.

Питание от аккумулятора автомобиля подается на устройство через тумблер любого типа, который устанавливается в скрытом месте внутри салона.

Вся конструкция устройства размещается в коробке размерами 182×100×53 мм, которая устанавливается в салоне автомобиля. Датчик помещается в алюминиевый кожух размерами 50×50×60 мм и соединяется со схемой устройства коаксиальным кабелем.

Охранное устройство после включения питания в дежурном режиме потребляет от аккумулятора ток не более 50 мА.

Литература

1. Синельников А. Х. Электроника в автомобиле. – Радио и связь. М.: 1985, с. 72—82.

2. Синельников А. Х. Электронные приборы для автомобиля.— М.: Энергоиздат, 1981, с. 96—130.

ЦИФРОВАЯ ТЕХНИКА

ПОДКЛЮЧЕНИЕ МИКРОЭВМ БК0010 К УНИФИЦИРОВАННЫМ ЦВЕТНЫМ ТЕЛЕВИЗОРАМ

С. Шахпаронян

В настоящее время в распоряжении пользователей имеется значительное число микроЭВМ индивидуального пользования «Электроника БК0010 (БК0010-01)». Расширению возможностей этой модели способствует работа в цветном режиме. Однако для реализации функций цветного отображения информации необходима доработка микроЭВМ и организация в телевизоре входа RGB, что вызывает определенные трудности у пользователей. Доработка БК0010 сводится к установке адаптера цветного телевизора и разъема «ЦТВ». В модели БК0010-01 адаптер и разъем установлены.

Схема адаптера приведена на рис. 1, а расположение деталей на плате БК0010 (вид со стороны установки деталей) — на рис. 2. При сборке данной схемы рекомендуется руководствоваться рис. 2. На плате микроЭВМ контактные площадки под выводы резисторов R1—R12 имеют квадратную форму, а площадки под выводы транзисторов VT1—VT4 и гнезда X1 — расширенный диаметр. На печатной плате БК0010 имеются соединительные проводники. При сборке схемы следует обращать внимание на правильность установки резисторов R13—R16.

Разъем «ЦТВ» — розетка типа ОНЦ-ВГ-4-5/16Р (СГ-5) — устанавливается на задней панели микроЭВМ, на расстоянии 31 мм от разъема «ТВ».

Необходимо отметить, что работа микроЭВМ только с цветным изображением нежелательна, так как в режиме «64 символа в строке» ухудшается разборчивость текста на экране. При доработке телевизора это обстоя-

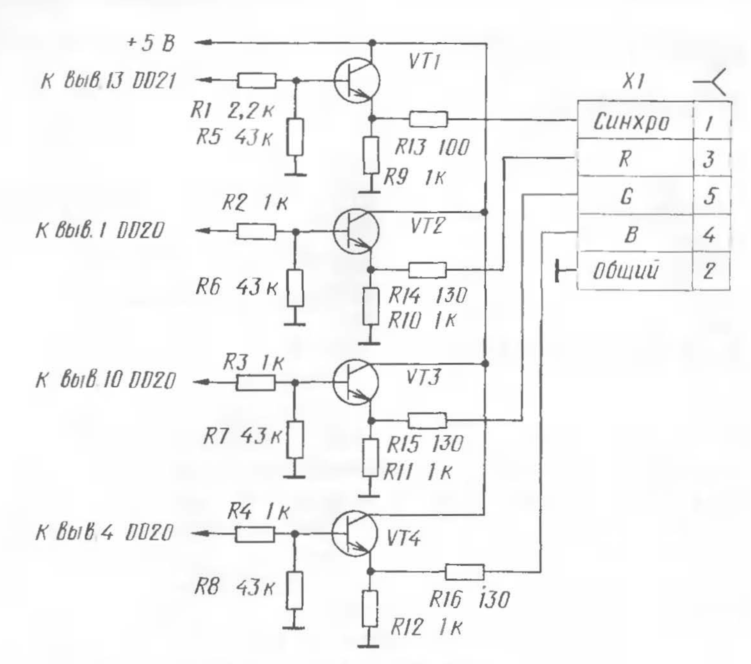


Рис. 1. Схема адаптера цветного телевизора

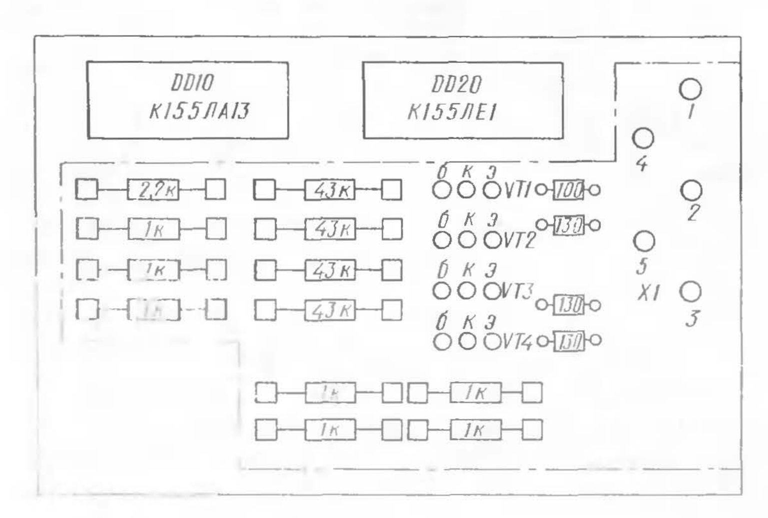


Рис. 2. Фрагмент платы БК0010

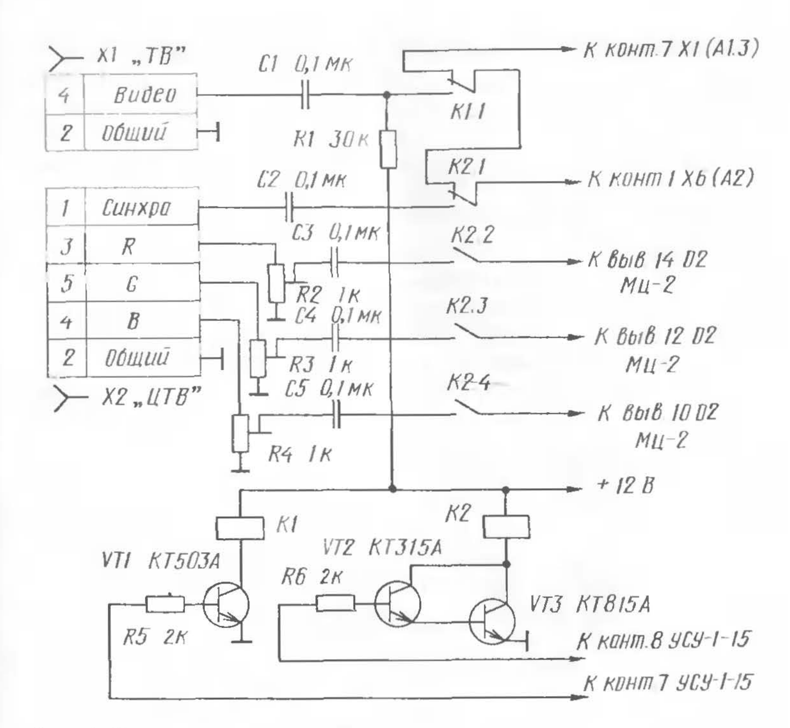


Рис. 3. Схема узла сопряжения

тельство следует иметь в виду и обеспечить возможность работы как с цветным, так и с монохромным изображением.

Схема узла сопряжения, обеспечивающего указанную возможность, приведена на рис. 3. Узел рассчитан на установку в телевизоры, оснащенные модулем цветности МЦ-2, например серии 3УСЦТ. Нумерация выводов и обозначения деталей соответствуют схеме телевизора «Электрон Ц280». Узел сопряжения можно применить для подключения микроЭВМ и к телевизорам других серий, имеющим отдельные усилители сигналов первичных цветов. Естественно, что нумерация выводов и обозначение деталей в этом случае будут иными.

Компьютер подключается к телевизору нажатием сенсоров 7 (монохромный режим) или 8 (цветной режим). При этом открываются транзисторы VT1 или VT2 и VT3

и включают соответствующие электромагнитные реле. Во время работы в монохромном режиме сигнал с выхода «ТВ» компьютера подается на видеовход телевизора через контакты К1.1. Резистор R1 создает необходимое смещение на базе транзистора VT1 блока МЦ-2. Подбором резистора R1 устанавливается требуемая контрастность изображения. Во время работы в цветном режиме сигналы с выхода «ЦТВ» компьютера контактами реле К2 подаются, кроме видеовхода (сигнал синхронизации), также на входы соответствующих усилителей первичных цветов (сигналы RGB). Переменными резисторами R1—R4, в качестве которых желательно применить многооборотные резисторы, например СП5-2, регулируется амплитуда сигналов цветности.

Реле К1 и К2 могут быть любого типа на напряжение срабатывания приблизительно 10 В и с соответствующим числом контактных групп. Если у примененных реле остаются свободные нормально замкнутые контакты, то их можно включить в разрыв провода громкоговорителя телевизора. Вместо К2 возможна установка нескольких реле, соединенных параллельно.

При желании из схемы можно исключить ключи на транзисторах VT1 и VT2, VT3. В этом случае реле включается отдельным тумблером. Приоритет имеет работа в цветном режиме.

Плата узла сопряжения устанавливается на шасси телевизора в непосредственной близости от коммутируемых цепей, разъемы X1 и X2 — в любом удобном месте. Перемычку X2N.1 телевизора следует удалить! Все резисторы в схемах на рис. 1 и 3 — МЛТ-0,125, конденсаторы — любого типа.

Если в комплекте микроЭВМ отсутствует кабель «ЦТВ», то его можно изготовить самостоятельно, соединив одноименные контакты двух разъемов ОНЦ-ВГ-4-5/16В (СШ-5) экранированным кабелем длиной до 5 м.

В заключение следует добавить, что описанная в руководстве по эксплуатации микроЭВМ доработка телевизора «Электроника Ц432» не обеспечивает устойчивую работу. Лучших результатов можно добиться, подключив компьютер (кабелем «ТВ») к следующим контактам разъема «ВМ» на задней панели телевизора: видеосигнал — к контакту 2, общий — контакту 3. К контакту 1 разъема подводится напряжение +12 В либо от внешнего источника питания, либо с платы телевизора (с контакта 9 разъема блока питания).

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ ДВОИЧНОГО КОДА ДЛЯ СЕМИСЕГМЕНТНОГО ИНДИКАТОРА

Ю. Кривошеев

Данное устройство осуществляет отображение цифровой информации четырехразрядного двоичного кода при помощи двух семисегментных светодиодных индикаторов.

Известно, что при помощи четырех разрядов двоичного кода можно закодировать числа от 0 до 15 включительно (всего 16 символов). Графический вид таких сигналов показан на рис. 1, а. Так, числу 1, например, соответствует высокий логический уровень (или так называемая логическая 1) в самом младшем разряде — 2^0, а в остальных трех — низкие логические уровни, соответствующие логическому 0. Код в этом случае запишется так: 0001. Для числа 2 высокий логический уровень будет во втором, более старшем разряде — 2^1. В этом случае код запишется 0010. Числу 3 будет соответствовать код 0011 и т. д. Например, число 13 будет выражено кодом 1101. И, как не трудно убедиться, самое большое число, которое можно закодировать двоичным кодом с помощью четырех разрядов, будет число, соответствующее коду 1111, т. е. 15.

Преобразователи, которые бы отобразили эту информацию, как показывает практика, необходимы при проведении различных отладочных и экспериментальных работ с цифровой техникой. Но, к сожалению, подобные преобразователи в микросхемном исполнении отечественной промышленностью не выпускаются.

Принципиальная схема предлагаемого устройства приведена на рис. 2. Основу устройства составляют

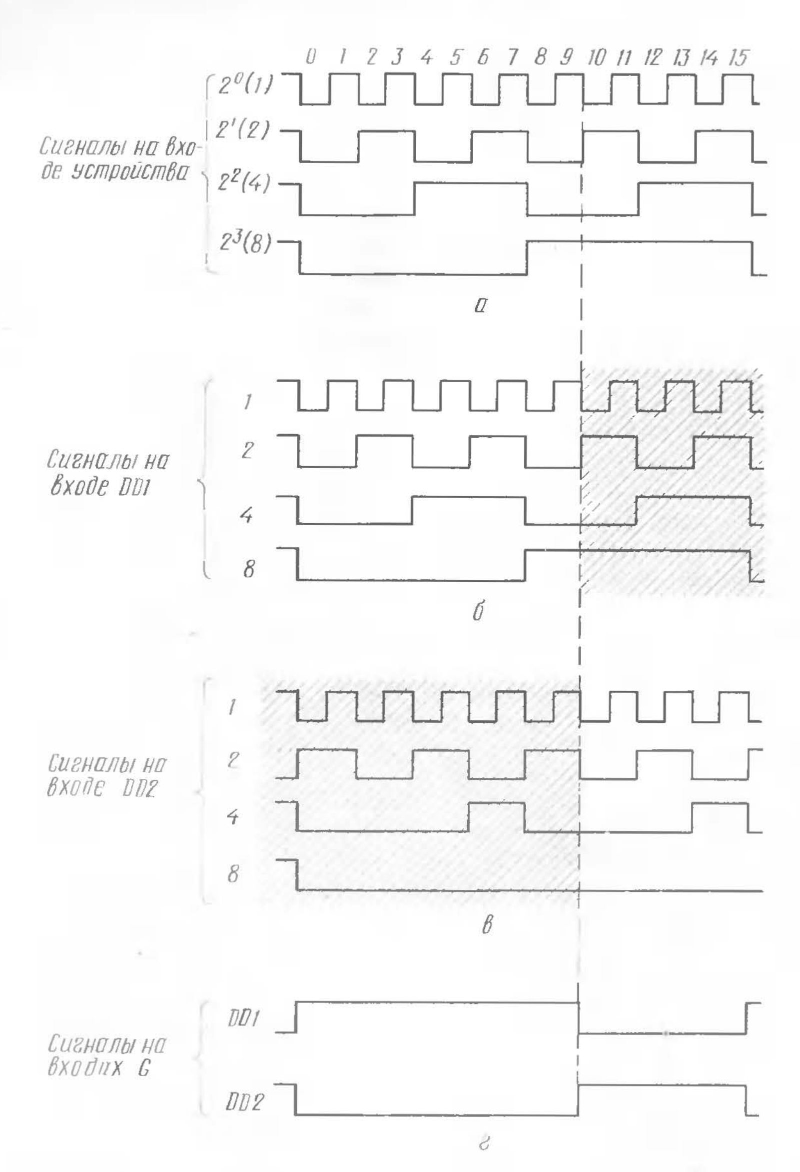


Рис. 1. Эпюры сигналов

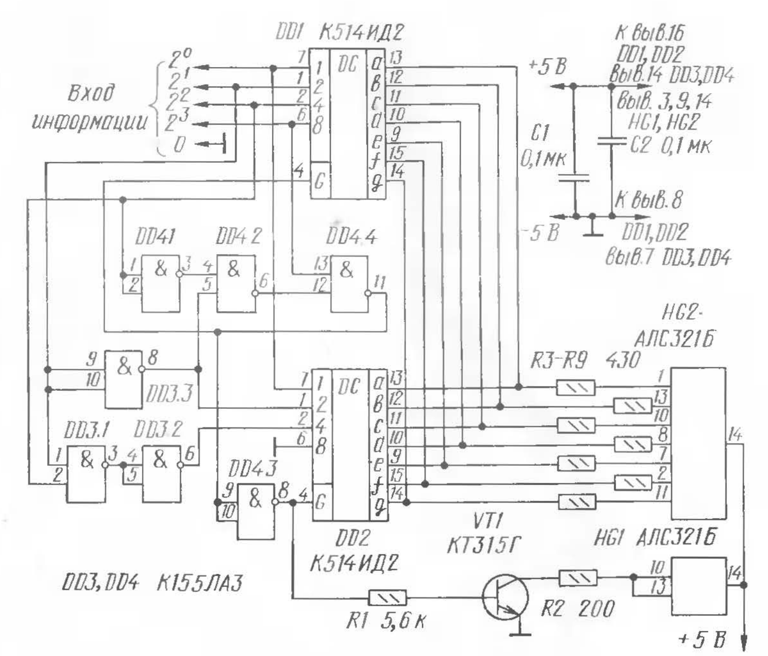


Рис. 2. Схема преобразователя

два двоично-десятичных дешифратора типа К514ИД2, работающих в противофазе по включению. Табло преобразователя состоит из двух светодиодных матриц типа АЛС321Б — HG1 и HG2, которые имеют стандартно расположенные семь сегментов: a, в, c, d, e, f, g (сегмент десятичной запятой не используется) и отображают соответственно разряд десятков и единиц числа. Матрицей HG1 управляет транзисторный ключ VT1, а HG2 — дешифратор DD1 либо DD2 в зависимости от поступившего числа на вход устройства. Так, при поступлении чисел от 0 до 9 матрицей управляет DD1, а по приходу чисел больших 9 — DD2. Такое включение дешифраторов оказалось возможным за счет использования некоторых особенностей микросхемы К514ИД2. А именно: возможность переключения микросхемы в состояние «высокоомного выхода» и наличие «открытого» коллектора в выходных каскадах, что, в свою очередь, позволяет подключать параллельно несколько выходов к одной и той же нагрузке. В данном случае параллельно подклю-

чены семь соответствующих выходов двух микросхем DD1 и DD2. А общей нагрузкой для них являются семь соответствующих сегментов светодиодного индикатора HG2. В состояние «высокоомного выхода» микросхема переключается подачей на вход G (вывод 4) логического 0. Работу преобразователя наглядно иллюстрируют диаграммы сигналов на соответствующих входах DD1 и DD2 (рис. 1, б, в).

Сигналы (рис. 1, а), приходящие на вход устройства, передаются на соответствующие входы DD1 без изменения. Также без изменения приходит сигнал младшего разряда 2^0 и на DD2. Сигнал разряда 2^1 поступает на вход DD2 через инвертор DD3.3. На вход 2^2 микросхемы DD2 приходит сигнал, сформированный элементами DD3.1 и DD3.2. Элемент DD3.1 сравнивает состояния разрядов 2^1 и 2^2. В зависимости от того, будет ли на его входе совпадение по логической 1 или нет, на его выходе будет формироваться логический 0 или 1 соответственно. Из диаграммы сигналов (рис. 1, а) видно, что если на входе будут числа от 10 до 13, то совпадения по 1 в разрядах 2^1 и 2^2 не происходит, а по приходу чисел 14 и 15 совпадение есть. На входе 2^2 микросхемы должна быть обратная зависимость. Поэтому сигнал с выхода DD3.1 на вход DD2 попадает через инвертор DD3.2. На вход DD2 самого высокого разряда сигнал не поступает. Этот вход должен иметь низкий логический уровень и потому он присоединен к общему проводу. Вид сигналов на входе DD2 показан на рис. 1, в.

При поступлении на вход любого кода из чисел от 0 до 9 включительно в рабочем режиме находится DD1 (на рис. 1, б — незаштрихованная часть). В это время DD2 находится в состоянии «высокоомного выхода», т. е. фактически переключена в нерабочий режим. Если же поступивший на вход код числа превышает 9, то DD1 автоматически переводится в нерабочее, а DD2 — в рабочее состояние. Вид сигналов на входе микросхемы DD2, находящейся в рабочем режиме, не заштрихован (рис. 1, в). Отслеживание режимов работы DD1 и DD2 происходит следующим образом. Пока на входе DD4.4 нет совпадения по логической 1, на выходе этого элемента будет высокий логический уровень, который поступит на вход G дешифратора DD1 и на вход инвертора DD4.3. С выхода последнего на вход G микросхемы DD2 придет логический 0.

Совпадение по логической 1 на входе DD4.4 происходит только при поступлении на вход устройства кодов чисел, больших 9. Это происходит за счет включенных в схему элементов DD3.3, DD4.1 и DD4.2. При этом на выходе DD4.4 будет логический 0, соответственно такой же уровень будет на входе G микросхемы DD1, а на аналогичном входе DD2 будет логическая 1. Вид сигналов на данных входах показан на рис. 1, г.

По нештрихованной части графика, изображенного на рис. 1, в, легко убедиться, что при появлении на входе преобразователя любого из кодов от 10 до 15 на индикаторе HG2 будут загораться цифры от 0 до 5 соответственно. А транзисторный ключ VT1 в этот момент будет включать сегменты «в» и «с» индикатора HG1 (на индикаторе будет гореть цифра 1). При желании ключ VT1 можно подключить таким образом, чтобы на HG1 при поступлении кодов от 0 до 9 загорался символ 0, а при поступлении остальных — загоралась 1. Для этого достаточно ключ VT1 присоединить аналогично к сегментам «а», «е», «d», «f» индикатора HG1 через соответствующе подобранный резистор, а сегменты «b» и «с» соединить через резистор R2 с общим проводом. Сигнал, управляющий ключом, в этом случае необходимо снимать со входа DD4.3 (выводы 9, 10).

Преобразователь может входить в состав блока сложного электронного устройства, при этом используется элемент DD3.4. Если преобразователь выполняется в виде самостоятельного блока, то его необходимо оснастить источником стабилизированного питания +5 В (в этом случае выводы 12, 13 DD3.4 рекомендуется соединить с общим проводом).

В заключение хотелось бы отметить, что данный преобразователь также может быть использован для индикации номера адреса или программы на стендах по изучению логических схем, ПЗУ (ППЗУ) и ОЗУ, конструируемых в кружках технического творчества и применяемых на уроках информатики.

Правильно собранное устройство надежно работает и в наладке не нуждается.

РАДИОПРИЕМ

ПРИЕМНИК НА ОПЕРАЦИОННОМ УСИЛИТЕЛЕ

В. Быков

В радиолюбительской литературе приводилось немало описаний различных приемников прямого усиления, отличающихся простотой принципиальной схемы, с одной стороны, и вполне удовлетворительными техническими характеристиками — с другой. Использование в высокочастотной части приемника операционного усилителя позволяет уменьшить ее габариты и за счет этого несколько усложнить схему питания. Как правило, в приемниках подобного типа в качестве источника питания используется батарея «Крона». Однако эти батареи имеют малую емкость и дефицитны. В то же время широкое распространение получили аккумуляторные батареи 7Д-0, 1. Применение аккумуляторной батареи снимает проблему частой замены источника питания, но вынуждает использовать зарядное устройство, выполненное обычно в виде отдельного прибора.

С учетом изложенного был сконструирован, изготовлен и испытан малогабаритный радиоприемник прямого усиления, рассчитанный на прием мощных радиостанций в диапазоне средних волн, показавший хорошие результаты. Особенностью этого приемника является использование в качестве усилителя высокой частоты и детектора одной микросхемы — операционного усилителя К140УД1А, а также размещение в одном корпусе с приемником зарядного устройства для аккумуляторной батареи типа 7Д-0, 1. Подключение зарядного устройства к электросети осуществляется без изъятия аккумуляторной батареи из корпуса с помощью встроенной сетевой вилки.

Принципиальная схема приемника показана на рис. 1. Прием радиосигналов ведется с помощью магнитной антенны в виде ферритового стержня с размещенными на нем двумя обмотками — контурной катушки L1 и катушки связи L2. Приемник работает на фиксированной частоте принимаемого сигнала, которая определяется индуктивностью контура и суммарной емкостью конденсаторов постоянной емкости C1 и C2 и подстроечного конденсатора C3. Конденсаторы C1 и C2 выбраны с противоположными по знаку температурными коэффициентами емкости ТКЕ, что повышает устойчивость приема.

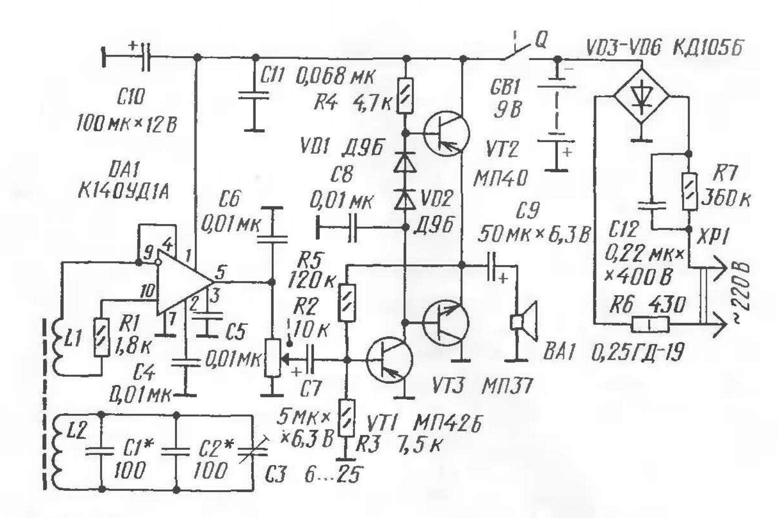


Рис. 1. Принципиальная схема приемника

Конкретные значения их емкостей определяются путем подбора при настройке приемника на желаемую радиостанцию. Подстроечный конденсатор C3 служит для компенсации небольшой расстройки контура под воздействием различных факторов, например из-за старения сердечника магнитной антенны.

Высокочастотный сигнал, выделенный контуром L2C1C2C3 посредством катушки связи L1, через ограничительный резистор R1 подается на вход операционного усилителя между инвертирующим и неинвертирующим его входами. Детектирование радиосигнала происходит за счет нелинейности вольтамперных характеристик транзисторов, входящих в состав микросхемы. Низкочастотная составляющая продетектированного сигнала выделяется на нагрузочном резисторе R2, который выполняет функции регулятора громкости, а высокочастотная составляющая замыкается на общий провод конденсатором C6. Конденсаторы C5 и C4 предотвращают самовозбуждение операционного усилителя на высоких частотах. При однополярном питании оптимальный режим микросхемы достигается соединением вывода 4 с инвертирующим входом. При этом потенциал выхода операционного усилителя равен половине напряжения источника питания.

С регулятора громкости через разделительный конденсатор С7 сигнал подается на вход бестрансформаторного усилителя звуковой частоты, который собран на трех транзисторах. Транзистор VT1 работает в каскаде предварительного усилителя и включен по схеме с общим эмиттером. Его нагрузкой в цепи коллектора является резистор R4, с которого усиленный сигнал поступает на вход выходного каскада. Выходной каскад усилителя звуковой частоты собран по двухтактной бестрансформаторной схеме с использованием транзисторов разной проводимости VT2 и VT3. Для предотвращения появления искажений типа «ступенька» между базами выходных транзисторов создается небольшое смещение за счет включения диодов VD1 и VD2 в прямом направлении. Нагрузкой выходного каскада является динамическая головка ВА1 типа 0,25ГД-19, подключенная через разделительный конденсатор С9. Для улучшения работы усилителя и стабилизации его режима в его схему введена отрицательная обратная связь по напряжению через резистор R5 с выхода усилителя на базу входного транзистора. Конденсатор С8 предотвращает самовозбуждение усилителя на высоких звуковых частотах.

Зарядное устройство представляет собой двухполупериодный выпрямитель, собранный по мостовой схеме на диодах VD3—VD6 с питанием непосредственно от сети переменного тока напряжением 220 В. Напряжение на выпрямитель подается через ограничитель тока, состоящий из конденсатора С12 и резистора R6. Резистор R7 обеспечивает разрядку конденсатора С12 при отключении зарядного устройства от сети. Рабочее напряжение конденсатора С12 должно быть не менее 400 В. Аккумуляторная батарея подключена к зарядному устройству постоянно. Конденсаторы С10 и С11 служат для уменьшения выходного сопротивления источника питания на звуковых и радиочастотах. Выключатель питания приемника Q1 объединен с регулятором громкости.

Приемник собран из широкораспространенных радиодеталей, которые смонтированы на общей плате. Для магнитной антенны используется ферритовый стержень диаметром 8 мм и длиной 110 мм из феррита марки М400НН. Контурная катушка L2 содержит 70 витков литцендрата марки ЛЭШО 7×0,07, катушка связи L1 — 5 витков провода ПЭВ диаметром 0,12 мм. Обе катушки намотаны виток к витку на манжетках, склеенных из тонкой бумаги клеем БФ. Катушки должны с небольшим усилием перемещаться вдоль ферритового стержня.

Постоянные резисторы — типа МЛТ, конденсаторы С1 и С2 — типа КТ: один серого, а другой голубого цвета, либо один синего, а другой голубого цвета с красной точкой. Электролитические конденсаторы — типа К50-35, С12 типа БМТ-2, остальные конденсаторы типа КМ.

Корпус радиоприемника склеен из отдельных деталей, изготовленных из цветного оргстекла толщиной 4 мм. Он имеет вид пенала со съемной задней стенкой, которая перемещается в пазах, выфрезерованных в верхней и нижней стенках корпуса перед склейкой. Динамическая головка крепится на коротких шпильках М3, вплавленных в нагретом состоянии в переднюю панель на половину ее толщины с внутренней стороны, гайками. Сетевая вилка представляет собой две латунные втулки с внутренней резьбой. Втулки вплавлены в горячем состоянии в отверстия нижней стенки корпуса заподлицо с ней. Два латунных штыря с резьбой хранятся в батарейном отсеке приемника и при зарядке аккумулятора вворачиваются в резьбу втулок. Плата с элементами схемы лежит на опорных выступах, выполненных из кусочков оргстекла и приклеенных по углам корпуса. Плата прижимается к упорам съемной задней стенкой.

Приемник несложен в налаживании. Если он собран из исправных деталей и без ошибок, то начинает работать сразу после подачи питания. Если после включения из динамика раздается громкий свист, необходимо поменять местами выводы катушки связи и подобрать оптимальное расстояние между ней и контурной катушкой. Передвигая обе катушки по стержню, добиваются максимальной громкости и фиксируют катушки каплей расплавленного воска или парафина. Установка катушек производится в положении регулятора громкости, соответствующем максимуму.

Наиболее сложной операцией является настройка входного контура на выбранную радиостанцию. Для этого подстроечный конденсатор С3 устанавливают в среднее положение, отключают конденсаторы С1 и С2, а вместо них подключают конденсатор переменной емкости. Вращая его ротор, настраивают приемник на радиостанцию и по углу поворота ротора приблизительно оце-

нивают емкость. Деля ее пополам, определяют емкости конденсаторов С1 и С2. После их установки окончательную настройку производят подстроечным конденсатором С3.

Для зарядки аккумуляторной батареи приоткрывают заднюю стенку, извлекают штыри сетевой вилки, вворачивают их во втулки и подключают приемник к сетевой розетке. Зарядка аккумулятора согласно его паспорту должна длиться 15 часов. После этого отключают приемник от сети, выворачивают штыри из втулок и убирают их в батарейный отсек.

РАДИО-ИЗМЕРЕНИЯ

КАРМАННЫЙ ЦИФРОВОЙ ЧАСТОТОМЕР

Б. Колобов

В настоящее время имеется большое количество схем электронных цифровых частотомеров, объединенных общим недостатком: все они являются стационарными приборами, имеют сравнительно большие габариты и потребляют значительный ток от источника питания, что вынуждает питать их от сети переменного тока и не допускает использования автономного батарейного питания. Предлагаемая схема цифрового частотомера лишена указанных недостатков и позволяет создать портативный малогабаритный прибор.

Описываемый в статье прибор позволяет измерять частоту электрических колебаний до 10 МГц. Чувствительность по уровню входного сигнала при измерении частот до 600 кГц — 8 мВ, от 600 кГц до 2,5 МГц — 30 мВ, свыше 2,5 МГц — около 100 мВ. Абсолютная погрешность измерения частоты в диапазоне 0...20 кГц составляет 3 Гц, 20 кГц...2 МГц — 10 Гц, свыше 2 МГц — 100 Гц. Питание частотомера производится от батареи «Крона» или «Корунд» напряжением 9 В. При измерениях частот до 2,5 МГц ток, потребляемый от источника питания, не превышает 5 мА (при выключенной индикации) или 35 мА (при включенной индикации). При измерениях частот выше 2,5 МГц ток потребления соответственно равен 25 или 60 мА. Поэтому если частотомер будет использоваться для измерений частот выше 2,5 МГц, целесообразно применять более мощный источник питания.

Принцип действия частотомера обычный: измерение количества импульсов сигнала, поступающих на вход счетчика в течение строго фиксированного интервала времени. Такими интервалами в данной схеме выбраны 10 мс, 100 мс, 1 с и 10 с. Соответственно частотомер имеет четыре диапазона измерения частоты при пяти разрядах десятичного индикатора со следующими пределами измерений: 9999,9 кГц, 999,99 кГц, 99,999 кГц и 9,9999 кГц.

Частотомер состоит из следующих основных узлов:

входного формирующего устройства, предназначенного для усиления, формирования и преобразования входного сигнала;

задающего кварцевого генератора с делителями частоты для получения фиксированных и стабильных интервалов времени;

счетчика-делителя частоты импульсов сигнала с цифровыми индикаторами, предназначенного для измерения и отображения изменяемой частоты;

устройства управления, обеспечивающего установку счетчика на нуль перед измерением и поступление на его вход последовательности импульсов для счета в течение фиксированного интервала времени;

блока питания.

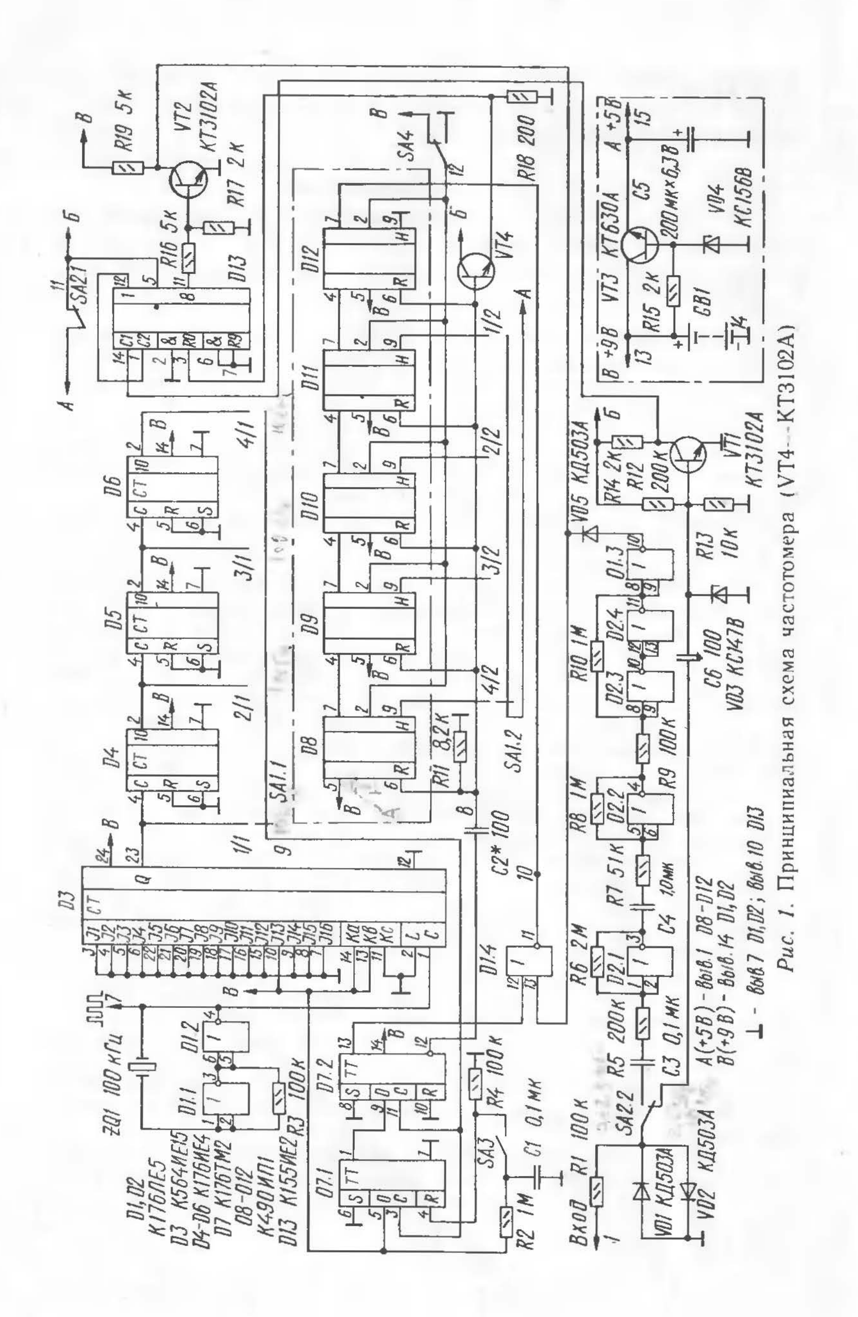


Рис. 1. Принципиальная схема частотомера (VT4—KT3102A)

Принципиальная схема частотомера приведена на рис. 1. Сигнал измеряемой частоты подается на вход частотомера — контакт 1 Вх. Резистор R1 и диоды VD1 и VD2 защищают входные цепи прибора от перегрузок. При измерениях частоты менее 2,5 МГц сигнал через переключатель SA2.2 поступает на вход формирующего устройства, собранного на элементах D2.1—D2.4 и D1.3. В каскадах формирующего устройства сигнал поочередно усиливается и ограничивается, что необходимо для получения крутых фронтов, способных воздействовать на последующие цифровые микросхемы. С выхода формирующего устройства сигнал прямоугольной формы через диод VD5 подается на вход 13 элемента D1.4, который выполняет функции клапана.

При измерениях частоты более 2,5 МГц в положении переключателя SA2, показанном на схеме, сигнал поступает на другую ветвь формирующего устройства, которая содержит усилитель-ограничитель на транзисторе VT1 со стабилитроном VD3, делитель частоты на 10, в качестве которого используется микросхема D13, и каскад сопряжения логики ТТЛ с КМОП на транзисторе VT2. С коллектора этого транзистора сигнал поступает также на клапан D1.4. Диод VD5 предохраняет выход элемента D1.3 от воздействия сигнала, поступающего с коллектора VT2.

Генератор опорной частоты 100 кГц выполнен на элементах D1.1 и D1.2 с кварцевым резонатором по обычной схеме. Кварцевый резонатор ZQ1 включен в цепь положительной обратной связи с выхода D1.2 на вход D1.1. Резистор R3 выводит элемент D1.1 в активный режим. Импульсы с частотой следования 100 кГц поступают на делитель частоты с коэффициентом деления 10^6, который выполнен на микросхемах D3—D6. Микросхема D3 является делителем частоты с изменяемым коэффициентом деления и используется в режиме деления частоты входного сигнала в 1000 раз. На выходе микросхемы (вывод 23) образуются импульсы с частотой повторения 100 Гц (период повторения 10 мс). Далее следуют три десятичных счетчика D4, D5 и D6, на выходах которых частота повторения импульсов соответственно составляет 10 Гц (100 мс), 1 Гц (1 с) и 0,1 Гц (10 с). В зависимости от положения переключателя диапазонов SA1.1 импульсы с периодом повторения 10 мс, 100 мс, 1 с или 10 с подаются на устройство управления.

Устройство управления содержит два D-триггера D7.1 и D7.2, а также клапан D1.4. При нажатии кнопки SA3 происходит установка первого триггера в состояние «0», при котором на его прямом выходе и связанном с ним входе D второго триггера устанавливается низкий потенциал. Первый же поступающий после этого положительный фронт импульса, приходящего с переключателя SA1.1, устанавливает триггер D7.2 в состояние «0». При этом на его инверсном выходе устанавливается высокий потенциал, фронт которого после дифференцирования ячейкой C2, R11 устанавливает на нуль счетчики-индикаторы D8—D12. Низкий потенциал на прямом выходе поступает на один из входов клапана D1.4, открывая его для поступающих на второй вход импульсов сигнала. С выхода клапана импульсы сигнала подаются на счетчик-индикатор.

Тот же положительный фронт импульса с переключателя SA1.1 переводит триггер D7.1 в состояние «1», благодаря чему на его прямом выходе образуется высокий потенциал, который подается на вход D второго триггера, не изменяя его состояния. Через период выбранного интервала времени переключателем SA1.1 на управляющее устройство поступает второй положительный перепад напряжения (отрицательный перепад в середине периода, поступая на входы C триггеров, не изменяет их состояния). На состояние первого триггера этот перепад не влияет, так как триггер уже находится в состоянии «1». Второй же триггер переводится также в состояние «1», с его прямого выхода на управляющий вход клапана поступает высокий потенциал, благодаря которому клапан запирается, импульсы сигнала перестают поступать на счетчик-индикатор, счет прекращается, на индикаторе высвечивается значение частоты сигнала.

Счетчик-индикатор собран из пяти микросхем, каждая из которых содержит счетчик импульсов по модулю 10, дешифратор и семисегментный светодиодный цифровой индикатор с запятой, которая включается по одному из входов 9 в зависимости от положения переключателя SA1.2. Показания индикатора считываются в килогерцах. С помощью тумблера SA4 в процессе между отсчетами индикацию можно выключать, чем достигается экономия энергии элемента питания. На пределе измерения 10 МГц, когда переключатель SA2 находится в положении, показанном на схеме, показания индикатора необходимо умножать на 10. При этом для получения всех пяти значащих цифр необходимо установить переключатель диапазонов в положение, соответствующее пределу измерения в 1 МГц (999,99 кГц). Предел измерения частоты можно увеличить еще в 10 раз, до 100 МГц (99999 кГц), если использовать еще один высокочастотный делитель частоты на 10, собранный на микросхемах серии К500. Описание такой приставки к цифровому частотомеру приведено в [1, 2]. При этом переключатель диапазонов также устанавливается в положение, соответствующее пределу измерения в 1 МГц, а показания индикатора умножаются на 100. Если же установить переключатель диапазонов в положение, соответствующее 10 МГц, можно будет измерять частоту сигнала вплоть до 160 МГц. Измерение более высоких частот менее достоверно, так как ограничивается быстродействием микросхем серии К500.

В отличие от обычно используемых схем цифровых частотомеров в данной схеме измерение частоты производится однократно, в течение только одного периода нормированного интервала времени. Третий и последующие положительные перепады напряжения, поступающие на управляющее устройство, не изменяют состояния триггеров и клапана. Поэтому измеренное количество импульсов сигнала высвечивается индикатором постоянно. Для повторного измерения следует снова нажать пусковую кнопку SA3, после чего процесс повторяется.

Для питания использованных микросхем требуется два напряжения 9 и 5 В. Для получения напряжения 5 В используется стабилизатор напряжения, схема которого также приведена на рис. 1. Он собран по общепринятой схеме с использованием опорного стабилитрона. При переключении входного сигнала переключателем SA2 одновременно коммутируется питание элементов делителя частоты.

Опорная частота задающего генератора 100 кГц выводится на отдельное гнездо и может быть использована в качестве образцовой, а также, будучи поданной на вход,— для проверки частотомера.

Конструктивно прибор состоит из печатной платы и табло с счетчиками-индикаторами, которое выделено на схеме штриховой линией и соединяется с платой проводниками. Печатная плата выполнена из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита. Расположение

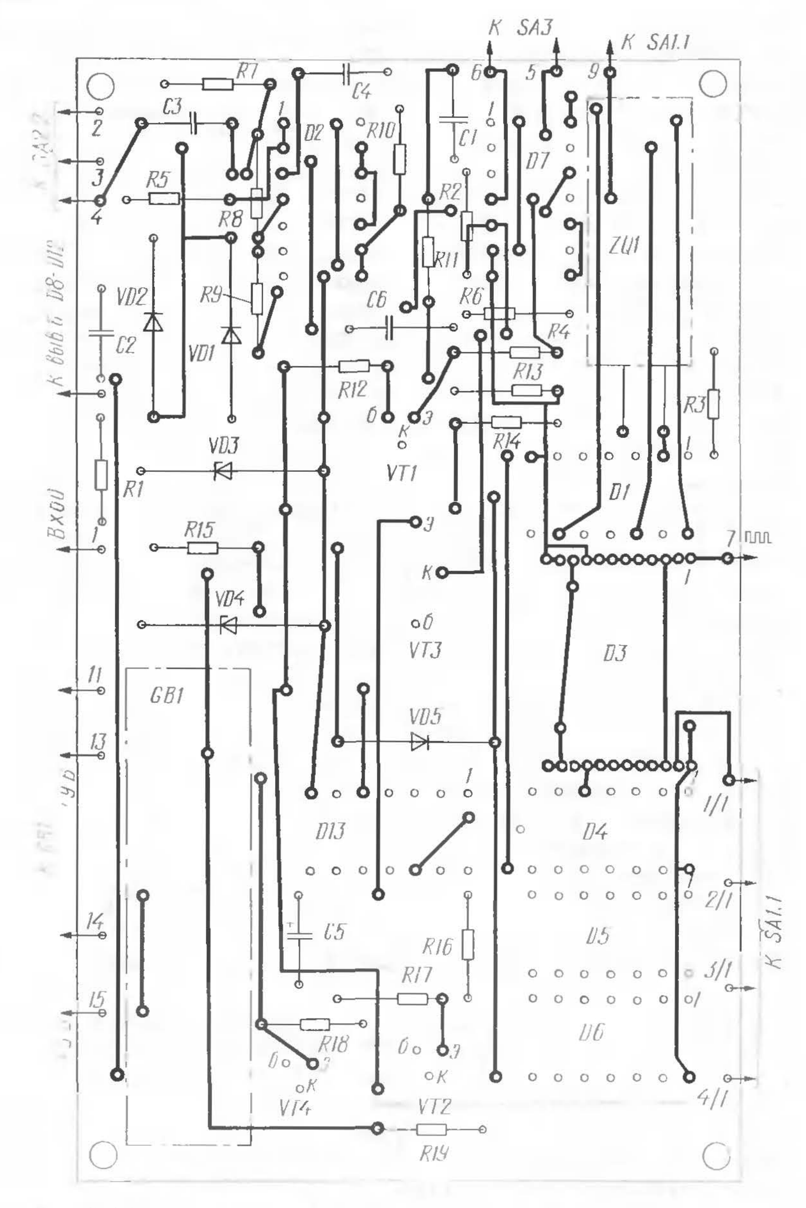


Рис. 2. Плата со стороны элементов

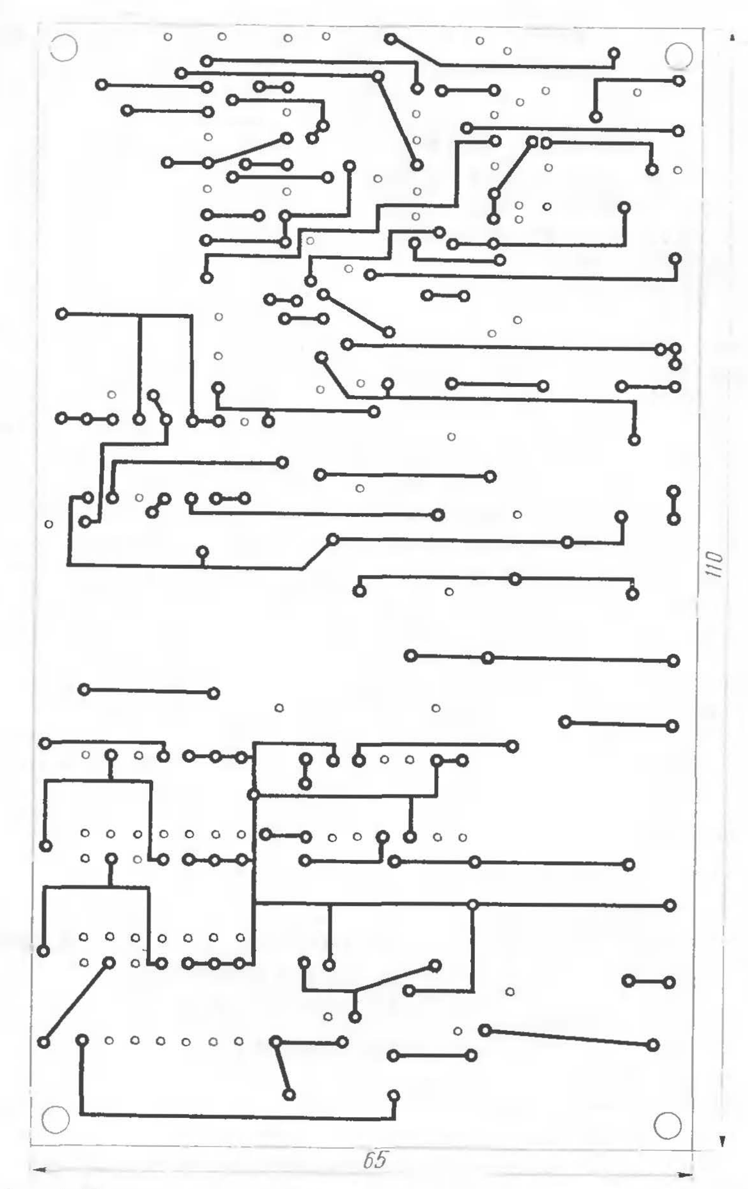


Рис. 3. Плата со стороны монтажа

элементов схемы и печатные проводники с этой стороны платы показаны на рис. 2. Печатные проводники с обратной стороны платы показаны на рис. 3. Перемычки между проводящими дорожками, расположенными с разных сторон платы, выполнены голым луженым медным проводом диаметром от 0,3 до 0,7 мм и пропаяны с обеих сторон платы. Монтаж остальных соединений производится проводом МГТФ 0,07 мм (14 скрученных проводов диаметром по 0,08 мм) во фторопластовой изоляции.

В приборе используются резисторы типа ОМЛТ-0,125 или С2-23-0,125, конденсаторы КМ5, КМ6, электролитический конденсатор С5 типа К50-16. Микросхемы серии К176 могут быть заменены соответствующими микросхемами серий К561 или К564. Вместо транзисторов КТ3102 можно использовать КТ315 с любым буквенным индексом, вместо КТ630А — КТ815 или КТ817.

Правильно собранная схема в регулировке и наладке не нуждается. Требуется лишь подобрать емкость конденсатора С2 для четкой установки на нуль счетчиков-индикаторов.

Литература

1. Бирюков С. Цифровой частотомер.— Радио, 1981, № 10, с. 44—47.
2. Бирюков С. Предварительный делитель. – Радио, 1980, № 10, с. 61.
3. Щагин А. Широкодиапазонный преобразователь напряжение — частота.— Радио, 1987, № 10, с. 31—33.

АНАЛОГОВЫЙ ЧАСТОТОМЕР С АВТОМАТИЧЕСКИМ ВЫБОРОМ ПРЕДЕЛА ИЗМЕРЕНИЯ

Ю. Гриев

Частотомер с широкими пределами измерения является одним из приборов первой необходимости в лаборатории радиолюбителя. В настоящее время разработано большое количество различных

конструкций как аналоговых, так и цифровых частотомеров, каждый из которых обладает своими достоинствами и недостатками. Если ограничить точность измерения частотомера в пределах 1...2% (что в подавляющем большинстве случаев вполне приемлемо в радиолюбительской практике), аналоговому частотомеру следует отдать предпочтение как с точки зрения удобства отсчета показаний, так и вследствие простоты схемного решения.

Обычный аналоговый частотомер построен по принципу измерения среднего тока, протекающего через головку стрелочного прибора. Необходимым условием работы такого частотомера является строгое нормирование подаваемых на головку импульсов по длительности и амплитуде при изменении частоты следования. Чаще всего такое нормирование выполняется с помощью одновибратора, запускаемого импульсами измеряемой частоты. Выходные импульсы одновибратора, подаваемые на головку стрелочного прибора, имеют одинаковую длительность, поэтому средний ток и связанная с ним величина отклонения стрелки головки будет пропорциональна измеряемой частоте. Такое построение частотомера при очевидной простоте обладает недостатками:

в случае построения частотомера, перекрывающего широкий диапазон частот, возникает необходимость переключения значительного количества времязадающих элементов одновибратора;

на каждом диапазоне необходимо подбирать свои времязадающие цепи, поэтому решение вопроса температурной и временной стабильности одновибратора становится проблематичным;

калибровка частотомера должна производиться на каждом диапазоне в отдельности, что затрудняет настройку и особенно оперативный контроль работы;

верхняя граница измеряемой частоты при приемлемой точности не превышает 1 МГц, так как емкость времязадающего конденсатора становится соизмеримой с монтажной емкостью;

автоматизация процесса измерения при таком построении схемы если и возможна теоретически, то вряд ли целесообразна практически.

В отличие от известных схем аналоговых частотомеров в предложенной конструкции узел нормирования импульсов по длительности работает в одном диапазоне, а расширение пределов измерения осуществляется с помощью предварительного делителя частоты с задаваемым коэффициентом деления. В этом случае полностью отсутствуют механические коммутации, а наличие одной времязадающей цепи позволяет при минимальных затратах формировать импульсы с весьма высокой временной и температурной стабильностью. Такой частотомер, будучи скалиброванным в одной точке любого диапазона, автоматически сохраняет калибровку при переходе на любой диапазон. Вследствие того, что узел нормирования по

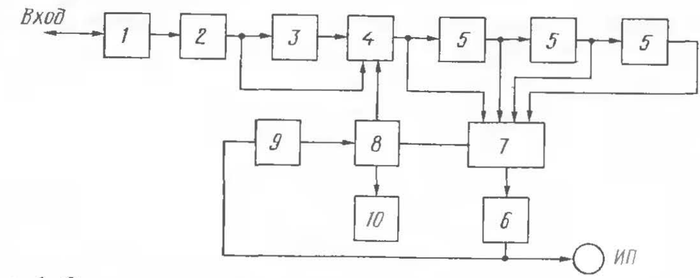


Рис. 1. Функциональная схема частотомера

длительности работает в одном диапазоне частот, вопрос автоматизации процесса измерения не представляет трудности при незначительном усложнении схемы частотомера. Функциональная схема разработанного прибора приведена на рис. 1.

На рис. 1 приняты следующие обозначения: 1 — широкополосный усилитель; 2 — формирователь прямоугольных колебаний; 3 — делитель на три; 4 — узел подключения делителя на три; 5 — делители на десять; 6 — одновибратор; 7 — коммутатор делителей частоты; 8 — схема управления коммутатором; 9 — схема контроля соответствия выбранного диапазона и входной частоты; 10 — устройство индикации выбранного диапазона.

Широкополосный усилитель 1 предназначен для усиления сигналов с малой амплитудой до уровня, достаточного для работы формирователя прямоугольных импульсов 2. Этот формирователь преобразует входное напряжение любой формы в прямоугольные импульсы с высокой крутизной фронтов, что необходимо для нормальной работы делителей частоты. Делитель частоты на три 3 и делители на десять 5 предназначены для приведения любой возможной входной частоты (в данном варианте $F_в \leqslant 300$ кГц) в частоту, не превышающую 100 Гц. Одновибратор 6 предназначен для нормирования импульсов по длительности. Подключение нужного количества делителей между одновибратором и входом прибора происходит с помощью коммутатора 7. Работой коммутатора 7 управляет схема контроля соответствия выбранного диапазона и входной частоты 9. Схема управления коммутатором 8 предназначена для согласования

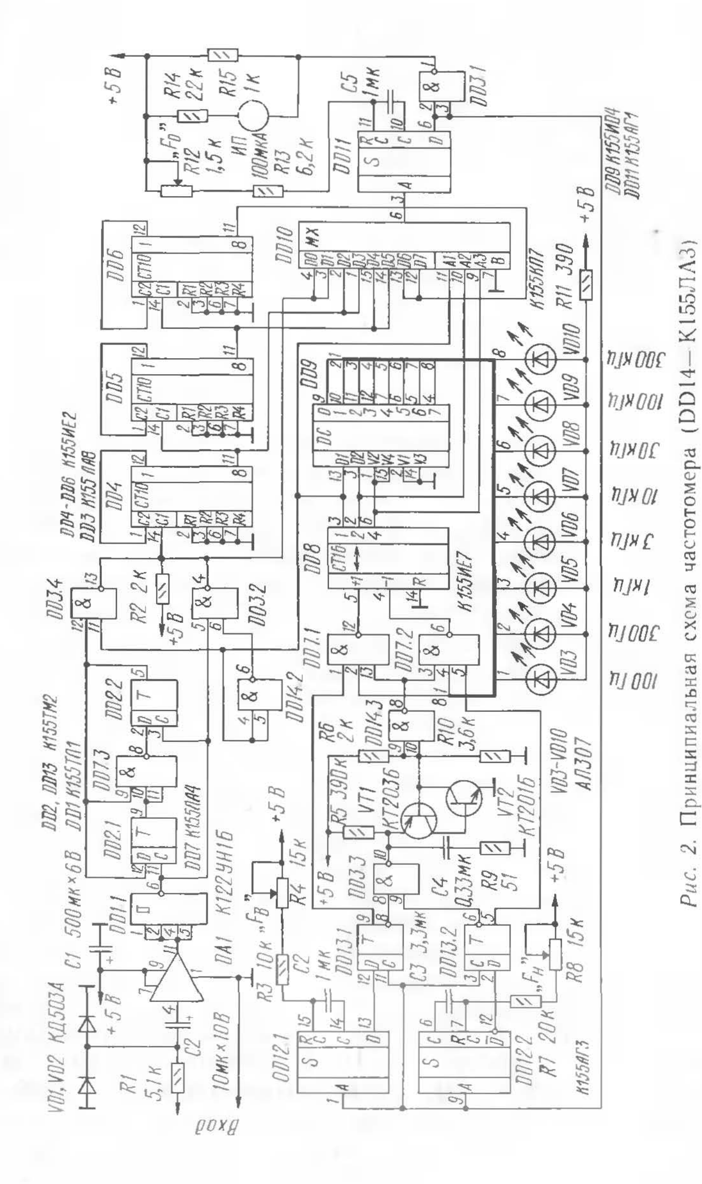


Рис. 2. Принципиальная схема частотомера (DD14—К155ЛА3)

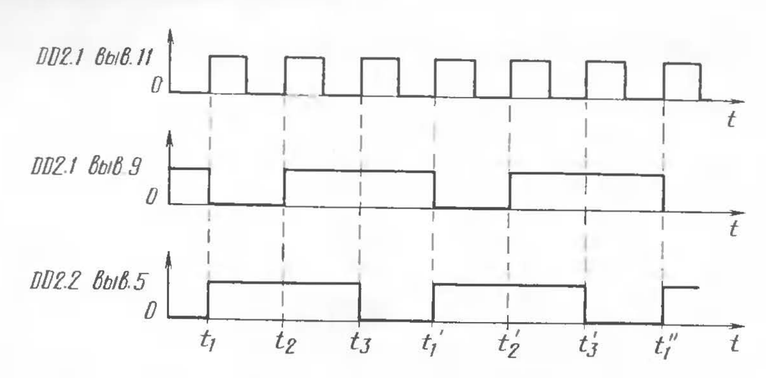


Рис. 3. Эпюры делителя частоты на 3

работы узлов 9 и 7. Под соответствием в данном случае понимается такой режим работы частотомера, при котором стрелка прибора отклоняется на величину не менее 27% и не более 105% от верхнего предела шкалы измерительного прибора. Устройство индикации 10 предназначено для выдачи информации о выбранном диапазоне.

Принципиальная схема частотомера приведена на рис. 2. На двухкаскадном усилителе DA1 выполнен широкополосный усилитель. Диоды VD1 и VD2 предназначены для защиты усилителя от перегрузки по входу. Усиленный сигнал измеряемой частоты подается на формирователь прямоугольных импульсов, в качестве которого используется триггер Шмитта DD1.1. Делитель частоты на три выполнен на МС DD2.1, DD2.2 и DD7.3. Введение такого делителя позволяет получить кратность диапазонов частотомера, равную трем, а не десяти, как обычно, что повышает точность отсчета при работе частотомера вблизи нижней границы выбранного диапазона. Работа этого делителя поясняется диаграммой рис. 3. Делитель выполнен на двух D-триггерах с динамическим управлением. Как известно, такой триггер устанавливается в состояние, соответствующее уровню сигнала на входе D в момент переднего фронта на входе C. Задний фронт никакого воздействия на состояние триггера не оказывает, поэтому рассмотрим моменты времени, соответствующие передним фронтам на входах C этих триггеров. Предположим, что до момента времени t_1 микросхема DD2.1 находится в состоянии «1», а

DD2.2 — в состоянии «0», т. е. на прямом выходе DD2.1 — высокий уровень напряжения, а на прямом выходе DD2.2 — низкий. При этом на входе D триггера DD2.1 — низкий уровень, а на аналогичном входе триггера DD2.2 — высокий уровень, снимаемый с выхода схемы DD7.3. Передний фронт импульса, поступающий на входы C в момент t_1 установит триггер DD2.2 в состояние «1», а в триггере DD2.1 установится состояние «0». После этого момента на входе D триггера DD2.1 устанавливается высокий уровень, также высокий уровень остается на входе D триггера DD2.2, так как на одном из входов схемы DD7.3 имеется низкий уровень с прямого выхода триггера DD2.1. В момент времени t_2 передним фронтом импульса на входе C в триггер DD2.1 записывается «1» и подтверждается состояние «1» в триггере DD2.2. После этого момента на входах DD7.3 устанавливается высокий уровень, а на выходе — низкий. В момент времени t_3 в триггер DD2.2 записывается «0», в триггере DD2.1 подтверждается состояние «1». Далее в момент времени t_1' в триггер DD2.1 записывается «0», а в триггер DD2.2 — «1». Из приведенной диаграммы видно, что период выходного сигнала, снимаемого с прямого выхода триггера DD2.2, в три раза больше, чем период входного сигнала.

Узел подключения делителя на три выполнен на МС DD3.2, DD3.4 и DD14.2. Выходы схем 2И-НЕ DD3.2 и DD3.4 объединены в монтажное ИЛИ. Прохождение сигналов с входов (выводы 12 и 5) определяются логическими уровнями на выводах 11 и 6. Если на входе инвертора DD14.2 низкий уровень, сигнал с формирователя прямоугольных импульсов DD1.1 попадает непосредственно на вход декадных делителей частоты. В противном случае вход декадных делителей оказывается подключенным к формирователю через делитель на три.

На одновибраторе DD11 выполнена схема нормирования импульсов по длительности. Элементы времязадающих цепей R12, R13 и C5 подобраны таким образом, что длительность выходного импульса составляет примерно 4,5 мс. Головка измерительного прибора подключена к выходу инвертора DD3.1, управляемого одновибратором. Сопротивление резистора R14 подобрано таким образом, что полное отклонение стрелки прибора имеет место при скважности импульсов, равной $Q=\frac{T_o}{\tau_и}=2,2$. Вход

одновибратора подключается к одному из выходов декадных делителей DD4, DD5 и DD6 через мультиплексор DD10. Как известно, мультиплексор передает информацию с одного из входов D_0—D_7 на выход. Двоичный код на адресных входах A_1, A_2 и A_3 определяет, какой именно информационный вход в данный момент подключен к выходу. Следовательно, изменяя логические уровни на адресных входах, можно подать на вход одновибратора либо непосредственно входную частоту, либо поделив на 10, 10^2 или на 10^3. Номер подключенного входа мультиплексора в данном случае определяется информацией, записанной в реверсивный счетчик DD8. В том случае, если на выходах счетчика имеются низкие уровни, на вход одновибратора DD11 подключена входная частота с выхода формирователя DD1.1. Это состояние соответствует работе частотомера в диапазоне 0...100 Гц. При подаче одного импульса на вход «+1» реверсивного счетчика на его выходах устанавливаются логические уровни 001. Через мультиплексор DD10 к одновибратору DD11 подключается вход D1, т. е. точка подключения одновибратора к делителям не изменяется. Но в то же время на входах инвертора DD14.2 и схемы DD3.4 устанавливается высокий уровень, а на входе DD3.2 — низкий уровень. При этом входная частота попадает на одновибратор через делитель на три. Следовательно, состояние счетчика 001 соответствует диапазону частотомера 300 Гц. При воздействии еще одного импульса на вход «+1» реверсивного счетчика на его выходах установятся логические уровни 010. К входу одновибратора DD11 через вход D2 мультиплексора подключится входная частота, деленная на 10, а делитель на три отключится. При этом частотомер будет работать в диапазоне 1 кГц. Аналогично с помощью импульсов, подаваемых на вход «+1», можно последовательно изменять диапазон частотомера в сторону увеличения. Для уменьшения диапазона импульсы необходимо подавать на вход «—1». Соответствие состояний счетчика DD8 и выбранных диапазонов приведено в табл. 1.

Реверсивный счетчик DD8 переключается с помощью импульсов релаксационного генератора, выполненного на транзисторах VT1 и VT2. Запуск генератора осуществляется при наличии низкого уровня на любом из входов МС DD3.3. При этом выходной транзистор микросхемы запирается и конденсатор С4 начинает заряжаться

Таблица 1

Состояние счетчика	Выбранный диапазон
000	100 Гц
001	300 Гц
010	1 кГц
011	3 кГц
100	10 кГц
101	30 кГц
110	100 кГц
111	300 кГц

через резистор R5 до тех пор, пока эмиттерный переход транзистора VT1 не сместится в прямом направлении. Тогда транзистор VT1 отпирается, что приводит к лавинообразному отпиранию обоих транзисторов. Конденсатор С4 разряжается через резистор R9 и оба транзистора. После разрядки конденсатора С4 транзисторы запираются и процесс формирования импульса повторяется. Следовательно, в момент разрядки конденсатора на коллекторе транзистора VT2 формируется короткий отрицательный перепад напряжения, а на выходе инвертора DD14.3 — положительный перепад. В зависимости от логических уровней на входах схем 3И-НЕ DD7.1 и DD7.2 этот импульс поступит на вход «+1» либо «—1» реверсивного счетчика DD8.

Схема контроля соответствия выбранного диапазона входной частоте выполнена на одновибраторах DD12.1, DD12.2 и триггерах DD13.1 и DD13.2. Работа схемы основана на сравнении длительности паузы между импульсами одновибратора DD11 при подаче на его вход измеряемой частоты F_0 с длительностями пауз, соответствующих отклонению стрелки на 27% ($F_н$) и 105% ($F_в$) от максимального. Работа схемы поясняется с помощью диаграммы на рис. 4.

Рассмотрим работу схемы при подаче на вход колебаний с частотой 25 Гц ($F_0 < F_н$). В момент времени t_0, соответствующий запуску одновибратора DD11, происходит запись информации в триггеры DD12.1 и DD12.2. Как видно из диаграммы, к моменту появления очередного фронта импульса на выходе DD11 формирование импульсов одновибраторами DD12.1 и DD12.2 уже закончилось, поэтому в триггеры DD13.1 и DD13.2 запи-

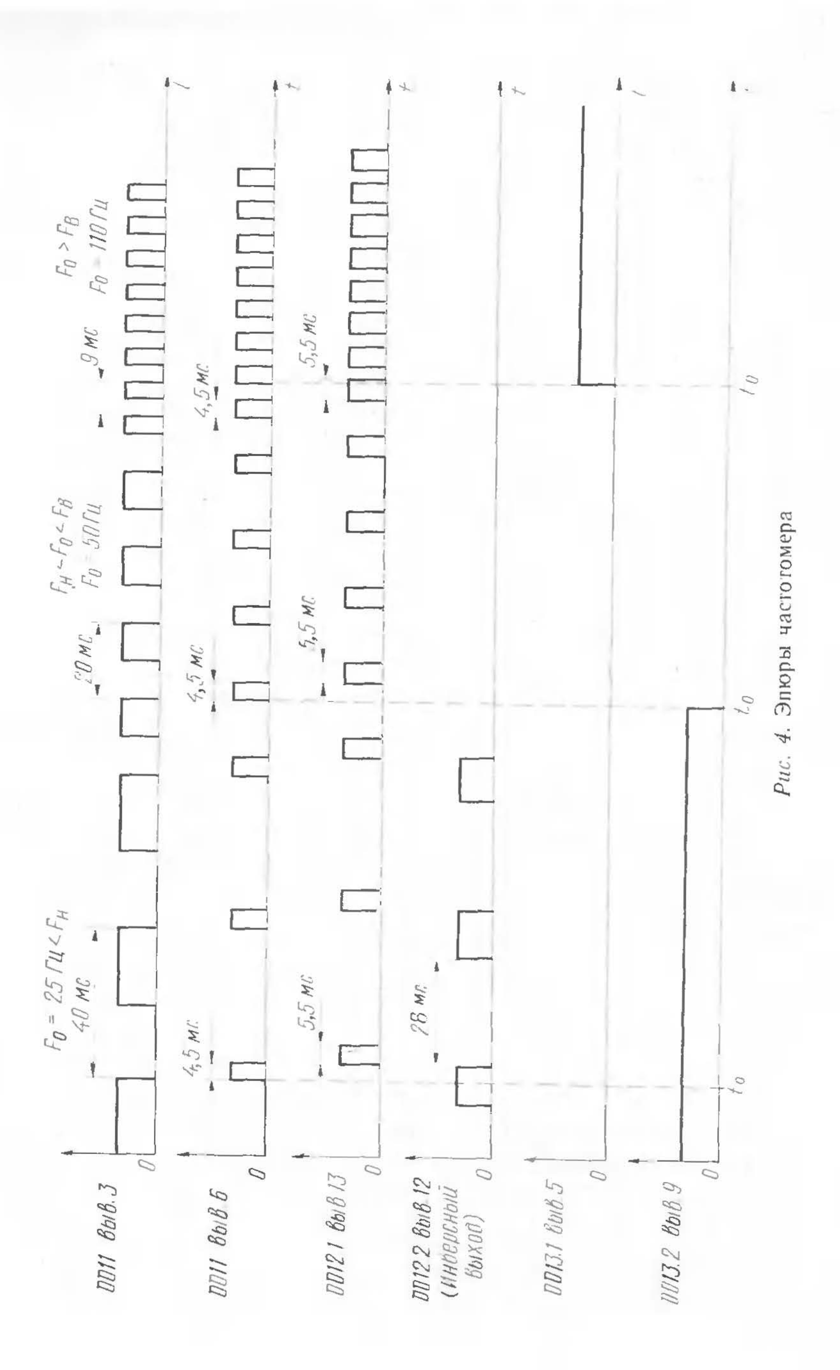


Рис. 4. Эпюры частотомера

сываются соответственно «0» и «1». (D-вход триггера DD13.2 подключен к инверсному выходу одновибратора DD12.2).

При подаче на вход прибора частоты 50 Гц ($F_н < F_о < F_в$) очередной запуск одновибратора DD12.2 происходит раньше завершения процесса формирования импульса, поэтому одновибратор переходит в режим повторного запуска и на его инверсном выходе постоянно присутствует низкий уровень. Поэтому при соответствии входной частоты выбранному пределу на прямых выходах триггеров DD12.1 и DD12.2 находятся низкие уровни.

Последняя диаграмма поясняет работу схемы при подаче на вход прибора колебаний с частотой 110 Гц ($F_о > F_в$). В этом случае одновибратор DD12.2 также находится в режиме повторного запуска, а длительность выходного импульса одновибратора DD12.1 превышает паузу между импульсами одновибратора DD11, поэтому очередным фронтом выходного импульса одновибратора DD11 в триггер DD13.1 записывается «1». Следовательно, при условии $F_о > F_в$ на прямых выходах триггеров DD13.1 и DD13.2 устанавливаются высокий и низкий уровни соответственно.

Прямые выходы триггеров DD13.1 и DD13.2 используются для определения направления переключения реверсивного счетчика DD8. В случае высокого уровня на прямом выходе триггера DD13.1 ($F_о > F_в$) импульсы с генератора на транзисторах VT1 и VT2 подаются на вход «+1» счетчика DD8, поэтому частотомер будет изменять диапазон в сторону увеличения до тех пор, пока выбранный диапазон не станет соответствовать входной частоте. Аналогично при появлении высокого уровня на прямом выходе триггера DD13.2 ($F_о < F_н$) частотомер будет изменять диапазон в сторону уменьшения. В любом случае, кроме $F_н < F_о < F_в$, на одном из входов схемы DD3.3 появляется низкий уровень с одного из инверсных выходов триггеров DD13, что приводит к запуску генератора, изменяющего состояние счетчика DD8.

Индикация выбранного диапазона осуществляется с помощью светодиодов VD3—VD10, управляемых дешифратором DD9, который преобразует двоичный код состояния счетчика DD8 в позиционный код.

Для устранения возможного «сканирования» диапазонов при попадании на частотомер сигналов с частотой $F_о < F_н$ на пределе 100 Гц введена блокировка импульса

«—1» с выхода «0» дешифратора DD9 на селектор DD7.2. Аналогично блокируется прохождение импульса «+1» при подаче на частотомер сигнала с частотой более 300 кГц (выход 7 дешифратора DD9 подключен к селектору DD7.1).

Настройка частотомера сводится к установке длительностей импульсов, формируемых одновибраторами. Для этого на вход одновибратора DD11, отключенного от мультиплексора DD10, подают прямоугольные импульсы с частотой 20...25 Гц. На выходах одновибраторов DD11 и DD12 с помощью соответствующих резисторов устанавливаются следующие длительности импульсов (мс): выход DD11 — 4,5; выход DD12.1 — 5,5; выход DD12.2 — 28.

Далее соединение одновибратора DD11 и мультиплексора DD10 восстанавливают и на вход частотомера подают напряжение любой формы с точно известной частотой. С помощью резистора R12 стрелка прибора устанавливается на соответствующую отметку шкалы. Калибровка остальных шкал обеспечивается автоматически. С помощью резисторов R4 и R8 уточняются пороги переключения диапазонов. Рекомендуемые значения: $F_н=27\%$, а $F_в=105\%$ от верхнего значения выбранного диапазона.

Разработанный частотомер обеспечивает следующие технические характеристики:

диапазон частот 0...300 кГц;

кратность шкал диапазонов равна 3 (оцифровка 0...100 Гц и 0...300 Гц);

амплитуда входного сигнала $U_c>100$ мВ;

входное сопротивление $R_{вх}\approx 5$ кОм;

форма входного напряжения — любая, имеющая не более двух экстремумов за период;

точность измерения в основном определяется типом примененного стрелочного прибора;

потребляемый ток $I_п<0,4$ А.

У автора данный частотомер используется в качестве шкалы низкочастотного генератора, перекрывающего без переключений диапазон частот 0...100 кГц. Такой частотомер имеет смысл применять и в обычных генераторах, имеющих шкалы, не кратные десяти. По вышеописанному принципу можно построить частотомер с диапазоном частот до 30 МГц, добавив два делителя на десять и расширив разрядность дешифратора и мультиплексора.

Также необходимо изменить входной формирователь и применить более быстродействующие триггеры в делителе на три. Переделанный таким образом частотомер можно применить в качестве шкалы высокочастотного генератора стандартных сигналов или в любом другом случае, когда требуется измерять частоты, изменяющиеся в значительном диапазоне. При необходимости увеличения входного сопротивления частотомера следует установить на его входе истоковый повторитель. Питание частотомера должно быть стабилизировано, так как от этого зависит точность измерения.

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО

В. Фомин

В сборнике «В помощь радиолюбителю» № 87 было помещено описание автоматического зарядного устройства К. Кузьмина, которое в условиях хранения аккумулятора в зимнее время позволяет автоматически включать его на зарядку при снижении напряжения и также автоматически выключать зарядку при достижении напряжения, соответствующего полностью заряженному аккумулятору. Недостатком этой схемы является ее относительная сложность, так как управление включением и выключением зарядки осуществляется двумя раздельными узлами. На рис. 1 приведена электрическая принципиальная схема зарядного устройства, свободная от этого недостатка: указанные функции осуществляются одним узлом. Схема обеспечивает два режима работы — ручной и автоматический.

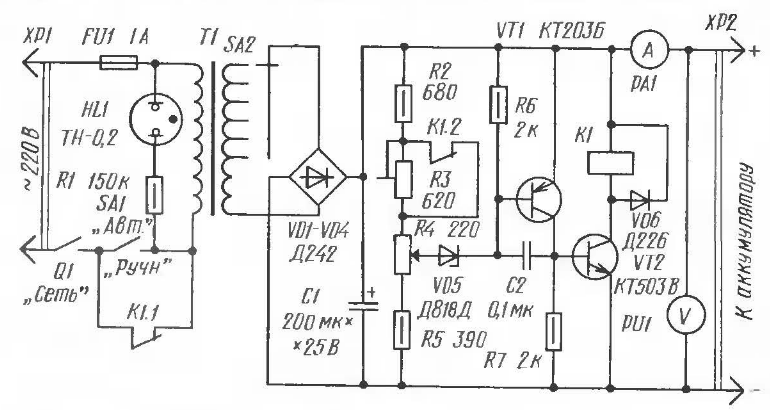


Рис. 1. Схема зарядного устройства

В ручном режиме работы тумблер SA1 находится во включенном состоянии. После включения тумблера Q1 напряжение сети поступает на первичную обмотку трансформатора T1 и загорается индикаторная лампочка HL1. Переключателем SA2 устанавливается необходимый

ток зарядки, который контролируется амперметром PA1. Напряжение контролируется вольтметром PU1. Работа схемы автоматики на процесс зарядки в ручном режиме не влияет.

В автоматическом режиме тумблер SA1 разомкнут. Если напряжение аккумуляторной батареи меньше 14,5 В, напряжение на выводах стабилитрона VD5 получается меньше, чем необходимо для его отпирания, и транзисторы VT1, VT2 заперты. Реле K1 обесточено и его контакты K1.1 и K1.2 замкнуты. Первичная обмотка трансформатора T1 подключена к сети через контакты реле K1.1. Контакты реле K1.2 замыкают переменный резистор R3. Происходит зарядка аккумуляторной батареи. При достижении напряжения на аккумуляторе 14,5 В стабилитрон VD5 начинает проводить ток, что приводит к отпиранию транзистора VT1, а следовательно, и транзистора VT2. Срабатывает реле и контактами K1.1 выключает питание выпрямителя. Благодаря размыканию контактов K1.2 в цепь делителя напряжения включается дополнительный резистор R3. Это приводит к увеличению напряжения на стабилитроне, который теперь остается в проводящем состоянии даже после того, как напряжение на аккумуляторной батарее окажется меньше 14,5 В. Зарядка аккумулятора прекращается и наступает режим хранения, в процессе которого происходит медленный саморазряд. В этом режиме схема автоматики получает питание от аккумуляторной батареи. Стабилитрон VD5 перестанет пропускать ток только после того, как напряжение аккумуляторной батареи понизится до 12,9 В. Тогда вновь запрутся транзисторы VT1 и VT2, реле обесточится и контактами K1.1 включит питание выпрямителя. Вновь начнется зарядка аккумулятора. Контакты K1.2 также замкнутся, напряжение на стабилитроне дополнительно понизится, и он начнет пропускать ток только после того, как напряжение на аккумуляторе увеличится до 14,5 В, то есть когда аккумулятор будет полностью заряжен.

Настройка узла автоматики зарядного устройства производится следующим образом. Соединитель XP1 к сети не подключается. К соединителю XP2 вместо аккумуляторной батареи присоединяется стабилизированный источник постоянного тока с регулируемым выходным напряжением, которое устанавливается по вольтметру, равным 14,5 В. Движок переменного резистора R3 уста-

навливается в нижнее по схеме положение, а движок переменного резистора R4 — верхнее по схеме положение. При этом транзисторы должны быть заперты, а реле обесточено. Медленно вращая ось переменного резистора R4, нужно добиться срабатывания реле. Затем на клеммах соединителя X2 устанавливается напряжение 12,9 В и медленным вращением оси переменного резистора R3 нужно добиться отпускания реле. В связи с тем что при отпускании реле резистор R3 замыкается контактами K1.2, эти регулировки оказываются независимыми одна от другой. Сопротивления резисторов делителя напряжения R2—R5 рассчитаны таким образом, что срабатывание и отпускание реле должны происходить соответственно при напряжениях 14,5 и 12,9 В в средних положениях переменных резисторов R3 и R4. Если необходимы другие значения напряжений срабатывания и отпускания реле, а пределов регулировки переменными резисторами окажется недостаточно, придется подобрать сопротивления постоянных резисторов R2 и R5.

В зарядном устройстве может быть применен такой же сетевой трансформатор, как и в устройстве К. Казьмина, но без обмотки III. Реле — любого типа с двумя группами размыкающих или переключающих контактов, надежно работающее при напряжении 12 В. Можно, например, использовать реле РСМ-3 паспорт РФ4.500.035П1 или РЭС6 паспорт РФО.452.125Д.

МОЩНЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ БЛОКИ ПИТАНИЯ

А. Ануфриев

Наверное, не найдется радиолюбителя, у которого одной из первых конструкций не был бы лабораторный блок питания. Ставя эксперименты, макетируя отдельные устройства, каждый радиолюбитель обязательно сталкивается с проблемой питания. Бывает так, что, изготовив для какой-либо конструкции блок питания, затратив при этом немало времени и средств на поиски в литературе подходящей схемы, деталей, начинающий конструктор убеждается, что его устройство плохо работает с этим блоком. Зачастую это бывает с теми радиолюбителями, которые, не имея лабораторного источника, не могут правильно определить ни диапазон питающих напряжений, при которых устойчиво работают их устройства, ни практически потребляемые ими токи. Делать это необходимо во время налаживания устройств, питая их от внешнего источника, который обеспечивал бы широкие пределы регулировки выходного напряжения и высокую его стабильность при больших изменениях тока нагрузки.

Кроме того, такой источник должен обладать быстродействующей защитой от перегрузки или замыканий выхода.

В популярной радиотехнической литературе постоянно освещаются вопросы конструирования блоков питания и неоднократно описывались заслуживающие внимания лабораторные источники. Однако отдельные из них или обеспечивают недостаточный ток нагрузки при отличных остальных параметрах, или содержат ряд дефицитных деталей, или сложны в настройке. Поэтому их повторение доступно далеко не каждому радиолюбителю, особенно начинающему.

В настоящей статье предлагается описание двух мощных блоков питания, имеющих неплохие характеристики и доступных для повторения даже начинающими радиолюбителями. Они выполнены на распространенных деталях, имеющихся в продаже на базах Посылторга и Центросоюза.

КПД описываемых блоков питания, как и большинства подобных устройств, не превышает 50%. При их повторении придется потрудиться над намоткой силового трансформатора. Однако относительная простота схемы при достаточно высоких выходных параметрах, выигрыш в настройке, массе и габаритах дает определенные преимущества этим блокам питания.

Первый блок питания, схема которого показана на рис. 1, имеет следующие выходные характеристики:

выходное напряжение — 0...30 В;
коэффициент стабилизации при изменении напряжения сети от 200 до 240 В — 1000;
максимальный ток нагрузки — 2 А;
температурная нестабильность — 2 мВ/°С;
амплитуда пульсаций при $I_{н. макс}$ — 2 мВ;
выходное сопротивление — 0,02 Ом.

Блок питания состоит из основного компенсационного стабилизатора с последовательным включением регулирующего элемента (транзисторы VT2—VT4), усилителя в цепи обратной связи (микросхема DA1, транзистор VT1), вспомогательных параметрических стабилизаторов (стабилитроны VD11—VD14, VD19) и устройства защиты от перегрузок (транзисторы VT5, VT6).

В компенсационных стабилизаторах выходное напряжение представляет собой разность между напряжением, поступающим с выпрямителя, и падением напряжения на регулирующем транзисторе.

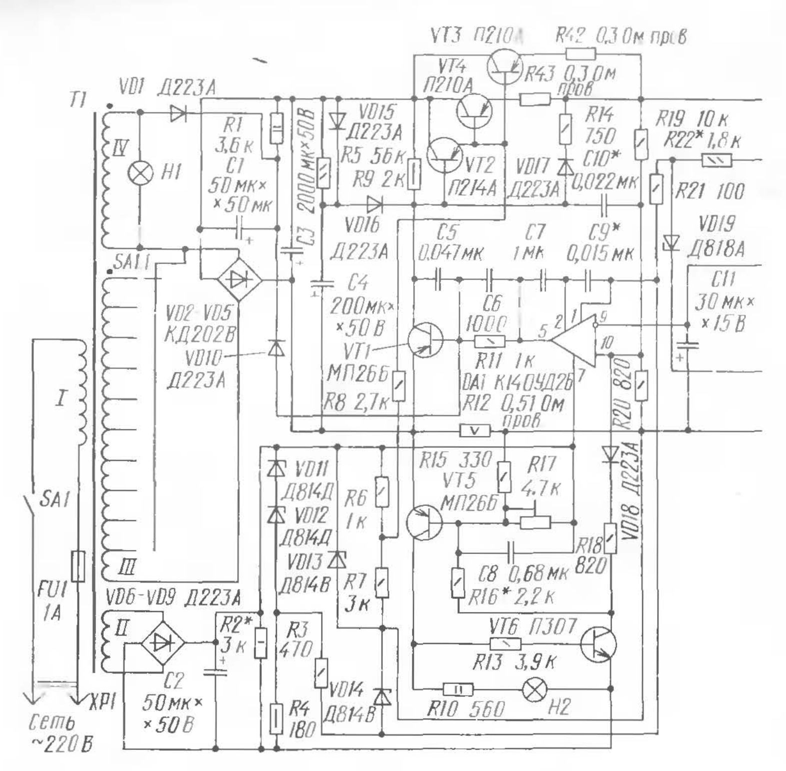
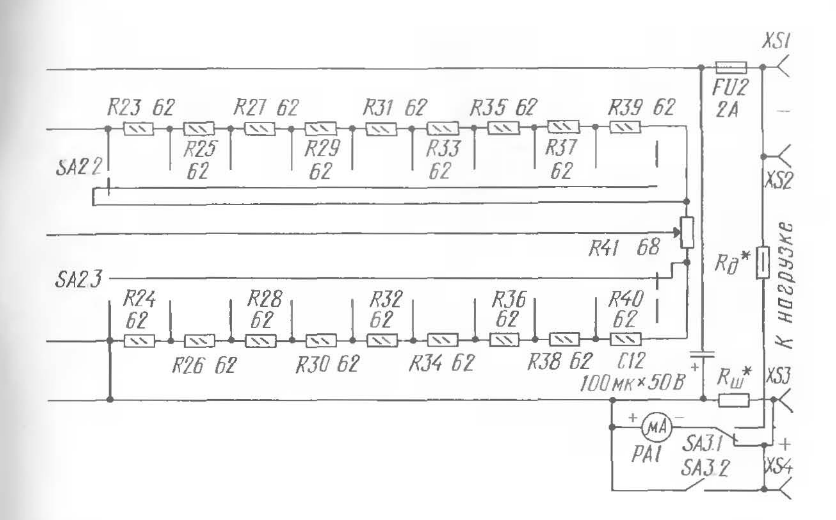


Рис. 1. Схема блока питания с ОУ

Стремление сконструировать стабилизатор с плавным изменением выходного напряжения в широких пределах и значительным током нагрузки связано с выделением большой тепловой мощности на регулирующем транзисторе. По этой причине в блоке использовано ступенчатое изменение выпрямленного напряжения. Для этого на основной выпрямитель, выполненный на диодах VD2—VD5, напряжение подается с секционированной вторичной обмотки III силового трансформатора с помощью секции SA2.1 переключателя SA2. Одновременно переключатель SA2 (секции SA2.2 и SA2.3) коммутирует резисторы управляющих ступеней стабилизатора. При этом выходное напряжение можно изменять десятью ступенями по 3 В и плавно с помощью резистора R41 в пределах каждой ступени. В результате при



максимальном токе нагрузки на основном регулирующем транзисторе VT2—VT4, включенном по схеме с общим коллектором, рассеивается мощность не более 20 Вт. Транзисторы VT3 и VT4 включены параллельно и соответственно рассеиваемая на каждом из них мощность не превышает 10 Вт. В эмиттеры этих транзисторов включены резисторы R42 и R43, служащие для выравнивания их токов.

Для уменьшения габаритных размеров и массы блока питания, повышения компактности монтажа использован радиатор с меньшей, чем необходимо, площадью рассеяния. При этом наблюдается нагрев транзисторов до 60...70° С при длительной эксплуатации блока питания на максимальном токе нагрузки.

Если блок питания предполагается длительное время эксплуатировать при токах нагрузки, близких к максимальному, то должен быть применен радиатор с площадью рассеяния 800...1000 см².

Усилитель сигнала обратной связи собран на операционном усилителе (ОУ) DA1, который питается от вспомогательного выпрямителя, выполненного на диодах VD6—VD9. Напряжение питания ОУ стабилизировано двумя последовательно включенными параметрическими стабилизаторами, первый из которых выполнен на ста-

билитронах VD11, VD12 и резисторе R3, а второй — на стабилитронах VD13, VD14 и резисторе R4. Напряжение, стабилизированное стабилитроном VD14, используется, кроме того, для питания источника опорного напряжения, который выполнен на стабилитроне VD19, имеющем малый температурный коэффициент напряжения стабилизации, и резисторе R21.

Изменяя подаваемое на инвертирующий вход ОУ опорное напряжение с помощью делителя R22—R41, можно изменять напряжение стабилизатора.

Для получения выходного напряжения блока питания, превышающего максимальное выходное напряжение ОУ, служит усилитель на транзисторе VT1. Резистор R11 ограничивает выходной ток ОУ. Через делитель на резисторах R19, R20 часть выходного напряжения блока подается на неинвертирующий вход ОУ. При любом случайном изменении выходного напряжения стабилизатора изменяется разность между напряжениями на входах ОУ и соответственно напряжение на коллекторе VT1, которое изменяет состояние регулирующего транзистора таким образом, что выходное напряжение блока возвращается к прежнему значению. Конденсаторы C5—C7, C9, C10 устраняют самовозбуждение блока на высоких частотах во всем диапазоне изменения выходного напряжения и тока нагрузки.

Для обеспечения выходного напряжения блока питания, близкого к 0, на базы транзисторов VT3, VT4 подано через резистор R8 закрывающее напряжение, образованное током делителя R6, R7 на резисторе R7. При отсутствии этого напряжения не удалось бы получить выходное напряжение блока меньше, чем 1...1,5 В. Причиной этого является конечное значение тока коллекторов транзисторов VT2—VT4 при нулевом напряжении на их базах.

Цепь VD17R14 служит для ускорения разрядки конденсатора C12 и подключенной к блоку емкостной нагрузки во время установки меньшего уровня выходного напряжения блока. При этом конденсатор C12 разряжается до установившегося на коллекторе транзистора T1 напряжения по цепи: положительный вывод конденсатора C12, резистор R12, переход эмиттер-коллектор транзистора VT1, диод VD17, резистор R14, отрицательный вывод конденсатора C12.

Электронное устройство защиты от перегрузок по

току выполнено на транзисторах VT5, VT6. Падение напряжения, создаваемое током нагрузки на резисторе R12, в открывающей полярности приложено к эмиттерному переходу транзистора VT5. Одновременно на этот же переход поступает закрывающее напряжение с резистора R15, регулируемое резистором R17. Как только ток нагрузки превысит заданный уровень, VT5 приоткрывается, приоткрывая транзистор VT6. Последний, в свою очередь, еще больше откроет VT5 — процесс протекает лавинообразно. В результате оба транзистора полностью открываются и на вход 10 ОУ через диод VD18 и резистор R18 поступает сигнал отрицательной полярности, превышающий по модулю сигнал на входе 9. На выходе ОУ формируется напряжение отрицательной полярности, открывающее транзистор VT1. При этом регулирующий элемент (транзисторы VT2—VT4) закрывается, и выходное напряжение блока становится близким к 0. Одновременно зажигается сигнальная лампа H2 «Перегрузка». Для возврата блока в исходное состояние надо его выключить на несколько секунд и снова включить.

Обмотка IV силового трансформатора, вспомогательный выпрямитель на диоде VD1, конденсатор C1 и диод VD10 служат для устранения появления на выходе блока повышенного напряжения с основного выпрямителя при выключении блока питания. Это возможно потому, что конденсатор C2 разряжается быстрее конденсатора C3. При этом напряжение питания ОУ исчезает быстрее, и, значит, транзистор VT1 запирается, а регулирующий элемент отпирается раньше, чем исчезает напряжение на конденсаторе C3.

Положительный вывод конденсатора C3 через эмиттерный переход транзистора VT1 соединен с анодом диода VD10, но диод при включенном блоке питания не влияет на его работу, так как он закрыт положительным напряжением, образованным разностью между напряжением на конденсаторе C3 и напряжением на конденсаторе C1. Последнее всегда больше за счет зарядки конденсатора C1 суммой выходных напряжений обмоток III и IV силового трансформатора. Для обеспечения этого условия необходимо соблюдать полярность включения обмоток III и IV такой, как показано на схеме. После выключения блока питания конденсатор C1 быстро разряжается через резистор R1, диод VD10 открывается напряжением на конденсаторе C3 и послед-

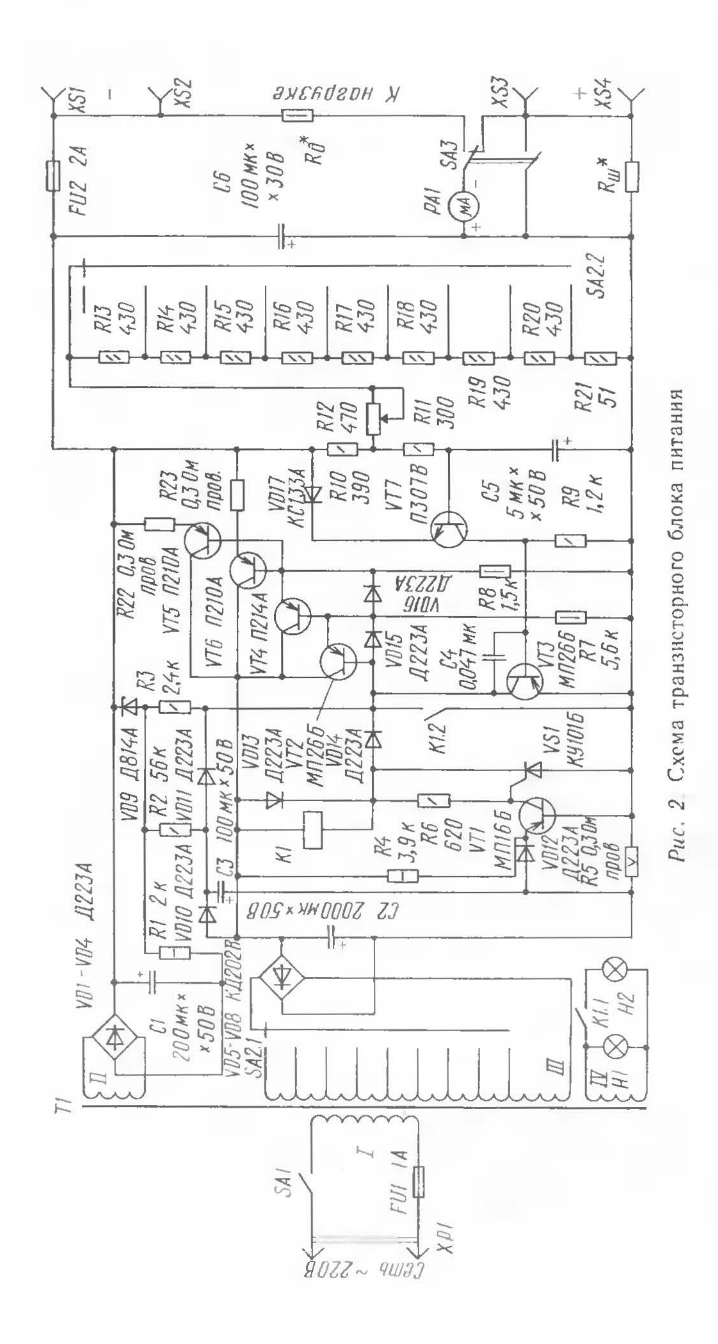


Рис. 2. Схема транзисторного блока питания

нее через резистор R1 поступает на базу транзистора VT1. Транзистор VT1 отпирается, закрывая регулирующий элемент. Напряжение на нагрузке при этом поддерживается близким к нулю, вплоть до полной разрядки конденсатора C3 через транзистор VT1 и резистор R9.

Резистор R2 ускоряет разрядку конденсатора C2 и устраняет выброс выходного напряжения блока в самый начальный момент при его выключении, пока еще не успел разрядиться конденсатор C1 и не открылись диоды VD10 и транзистор VT1. Появление выброса в этот момент связано с неодинаковым изменением напряжений на входах ОУ и появлением положительного скачка на его выходе.

Для устранения выброса выходного напряжения при включении блока питания, а также для предотвращения срабатывания защиты при значительной емкостной нагрузке в момент включения служат конденсатор C4, резистор R5 и диод VD16. В начальный момент после включения конденсатор C4 медленно заряжается по двум цепям: через резистор R5 и через резистор R9 и диод VD16. При этом напряжение на базе транзистора VT2 равно сумме падения напряжения на открытом диоде VD16 и напряжения на конденсаторе C4. Это напряжение, а значит, и напряжение на выходе блока питания будет расти вслед за напряжением на конденсаторе C4 до тех пор, пока стабилизатор не войдет в установившийся режим. Далее диод VD16 закрывается, а конденсатор C4 заряжается только через резистор R5 до максимального напряжения на конденсаторе фильтра C3 и не оказывает никакого влияния на дальнейшую работу блока питания. Диод VD15 служит для ускорения разряда конденсатора C4 при выключенном блоке.

Второй блок питания выполнен на транзисторах. Он имеет более простую схему (рис. 2), но и несколько худшие параметры:

выходное напряжение — 3...30 В;
коэффициент стабилизации при изменении напряжения сети от 200 до 240 В — 500;
максимальный ток нагрузки — 2 А;
температурная нестабильность — 10 мВ/°С;
амплитуда пульсаций при $I_{н\ макс}$ — 2 мВ;
выходное сопротивление — 0,05 Ом.

В этом блоке питания использован такой же силовой трансформатор, как и в первом. На диодах VD5—VD8 собран основной выпрямитель, напряжение с которого поступает на конденсатор фильтра C2 и регулирующий составной транзистор VT2, VT4—VT6, включенный по схеме с общим коллектором.

На транзисторах VT3, VT7 выполнен усилитель сигнала обратной связи. Транзистор VT7 питается от выходного напряжения блока питания. Резистор R9 является его нагрузкой. Напряжение эмиттера транзистора VT7 стабилизировано стабилитроном VD17. В результате ток этого транзистора зависит только от напряжения на базе, которое можно изменять, изменяя падение напряжения на резисторе R10 делителя напряжения R10, R12—R21. Всякое увеличение или уменьшение тока базы транзистора VT7 приводит к увеличению или уменьшению тока коллектора транзистора VT3. При этом в большей степени запирается или отпирается регулирующий элемент, соответственно уменьшая или увеличивая выходное напряжение блока питания. Коммутируя резисторы R13—R21 секцией SA2.2 переключателя SA2, изменяют выходное напряжение блока ступенями через 3 В. Плавно в пределах каждой ступени выходное напряжение регулируют с помощью резистора R12.

Вспомогательный параметрический стабилизатор на стабилитроне VD9 и резисторе R1 служит для питания транзистора VT3, напряжение питания которого равно сумме выходного напряжения блока и напряжения стабилизации стабилитрона VD9. Резистор R3 является нагрузкой транзистора VT3.

Конденсатор C4 устраняет самовозбуждение на высоких частотах, конденсатор C5 уменьшает пульсацию выходного напряжения. Диоды VD16, VD15 ускоряют разрядку конденсатора C6 и подключенной к блоку емкостной нагрузки при установке меньшего уровня выходного напряжения.

На транзисторе VT1, тринисторе VS1 и реле K1 выполнено устройство защиты блока питания от перегрузки. Как только падение напряжения на резисторе R5, пропорциональное току нагрузки, превысит напряжение на диоде VD12, открывается транзистор VT1. Вслед за ним открывается тринистор VS1, шунтируя через диод VD14 базу регулирующего транзистора, и ток через регулирующий элемент стабилизатора ограничивается. Одновремен-

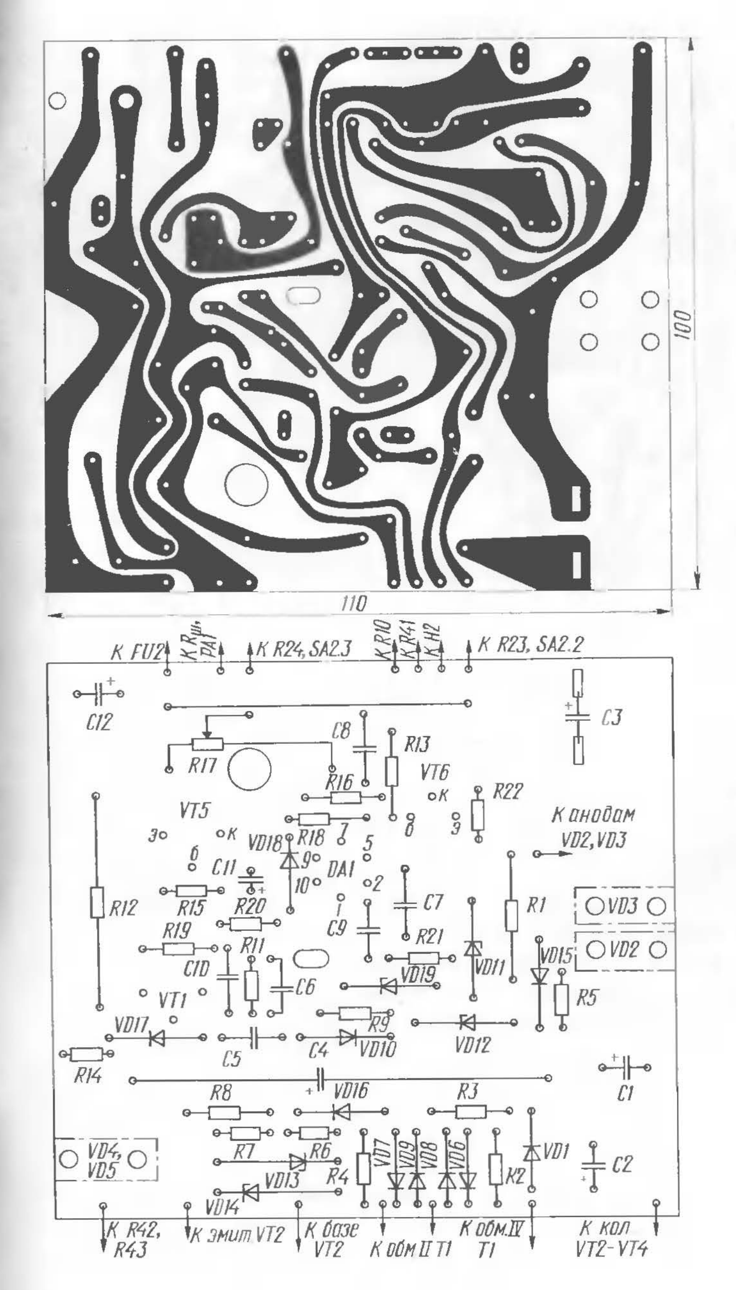


Рис. 3. Плата блока питания с ОУ

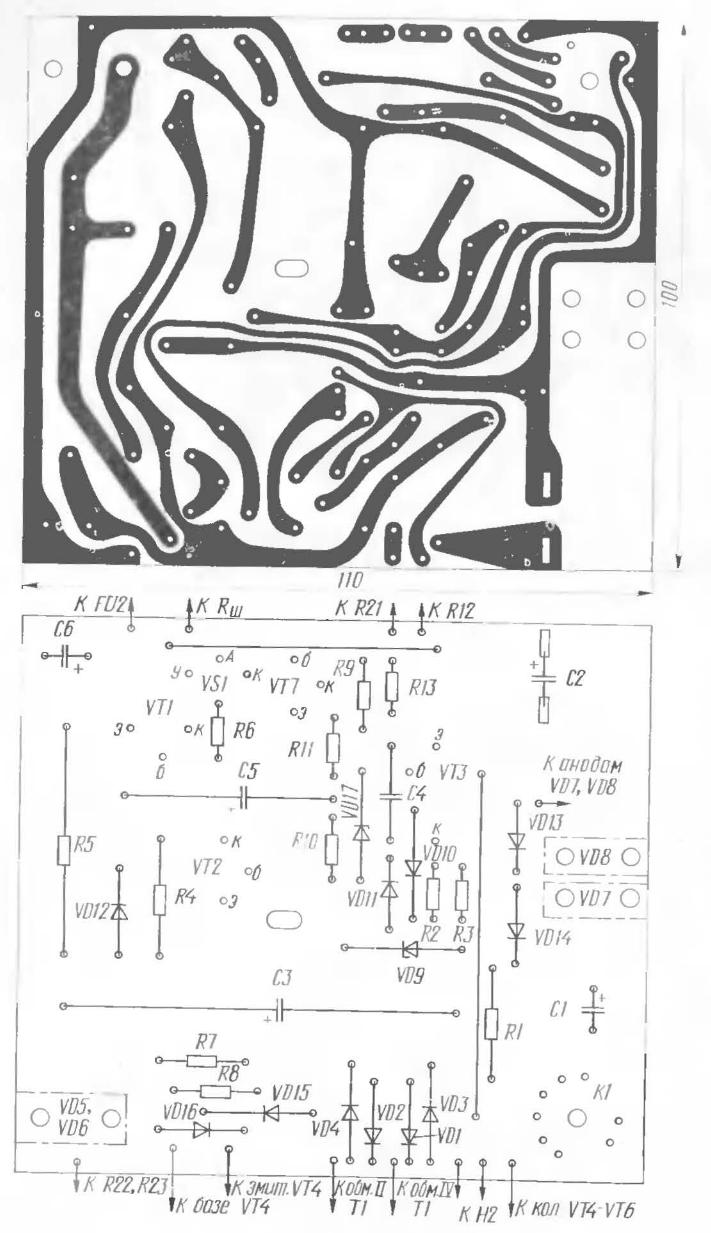


Рис. 4. Плата транзисторного блока питания

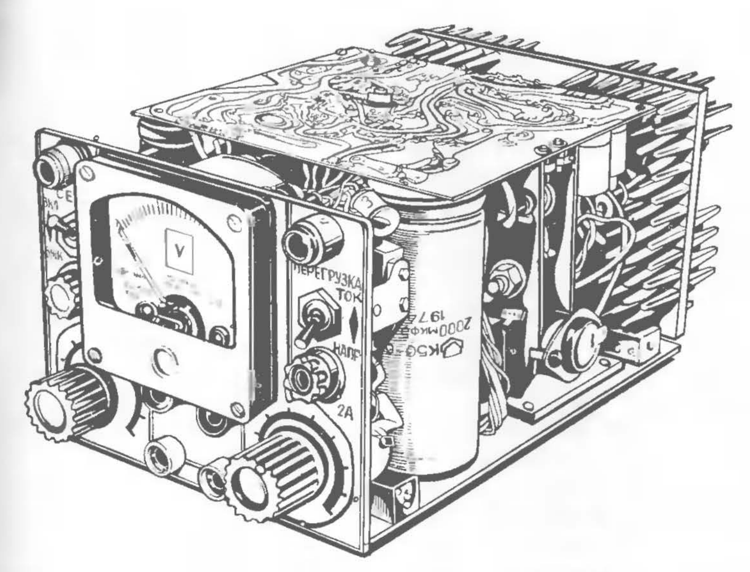


Рис. 5. Внешний вид блока питания

но срабатывает реле К1, контактами К1.2 соединяя базу регулирующего транзистора с общим проводом. Теперь выходной ток стабилизатора определяется только током утечки транзисторов VT2, VT4—VT6. Контактами К1.1 реле К1 включает лампочку Н2 «Перегрузка». Для возврата стабилизатора в исходный режим его нужно выключить на несколько секунд и снова включить.

Для устранения броска напряжения на выходе блока при его включении, а также предотвращения срабатывания защиты при значительной емкостной нагрузке служат конденсатор С3, резистор R2 и диод VD11. При включении блока питания конденсатор заряжается по двум цепям: через резистор R2 и через резистор R3 и диод VD11. При этом напряжение на базе регулирующего транзистора медленно растет вслед за напряжением на конденсаторе С3 до установления напряжения стабилизации. Затем диод VD11 закрывается и конденсатор С3 продолжает заряжаться через резистор R2. Диод VD11, закрываясь, исключает влияние конденсатора на работу стабилизатора. Диод VD10 служит для ускорения разрядки конденсатора С3 при выключении блока питания.

Все элементы блоков питания, кроме силового трансформатора, мощных регулирующих транзисторов, переключателей SA1—SA3, держателей предохранителей FU1, FU2, лампочек H1, H2, стрелочного измерителя, выходных разъемов и плавного регулятора выходного напряжения, размещены на печатных платах. Эскизы печатных плат и схемы размещения деталей на них первого и второго блоков показаны на рис. 3 и 4 соответственно. Конструктивно оба блока питания выполнены таким образом, чтобы, заменив печатную плату одного блока на печатную плату другого, можно было использовать все остальные общие элементы их схем.

Расположение узлов блоков питания внутри корпуса видно из рис. 5. Транзисторы П210А закреплены на игольчатом радиаторе, установленном сзади корпуса и имеющем эффективную площадь рассеяния около 600 см^2. Снизу в корпусе в месте крепления радиатора просверлены вентиляционные отверстия диаметром 8 мм. Крышка корпуса закрепляется таким образом, чтобы между ней и радиатором сохранялся воздушный зазор шириной около 0,5 см. Для лучшего охлаждения регулирующих транзисторов в крышке рекомендуется просверлить вентиляционные отверстия.

В центре корпуса закреплен силовой трансформатор, а рядом с ним с правой стороны на дюралевой пластине размером 5×2,5 см закреплен транзистор П214А. Пластина изолирована от корпуса с помощью изоляционных втулок. Диоды КД202В основного выпрямителя установлены на дюралевых пластинах, прикрученных к печатной плате. Плата установлена над силовым трансформатором деталями вниз.

Силовой трансформатор выполнен на тороидальном ленточном магнитопроводе ОЛ 50-80/50. Первичная обмотка содержит 960 витков провода ПЭВ-2 0,51. Обмотки II и IV имеют выходные напряжения соответственно 32 и 6 В при напряжении на первичной обмотке 220 В. Они содержат 140 и 27 витков провода ПЭВ-2 0,31. Обмотка III намотана проводом ПЭВ-2 1,2 и содержит 10 секций: нижняя (по схеме) — 60, а остальные по 11 витков. Выходные напряжения секций соответственно равны 14 и 2,5 В. Силовой трансформатор можно намотать и на другом магнитопроводе, например на стержневом от телевизоров УНТ 47/59 и других. Первичную обмотку такого трансформатора сохраняют, а вторичные перематывают для получения вышеуказанных напряжений.

В блоках питания вместо транзисторов П210А можно использовать транзисторы серий П216, П217, П4, ГТ806. Вместо транзисторов П214А — любые из серий П213—П215. Транзисторы МП26Б можно заменить любыми из серий МП25, МП26, а транзисторы П307В — любыми из серий П307 — П309, КТ605. Диоды Д223А можно заменить диодами Д223Б, КД103А, КД105; диоды КД202В — любыми мощными диодами с допустимым током не менее 2 А. Вместо стабилитрона Д818А можно применить любой другой стабилитрон из этой серии. Вместо тринистора КУ101Б подойдет любой из серии КУ101, КУ102. В качестве реле К1 во втором блоке применено малогабаритное реле типа РЭС-9, паспорта: РС4.524.200, РС4.524.201, РС4.524.209, РС4.524.213.

Реле указанных паспортов рассчитаны на рабочее напряжение 24...27 В, но начинают срабатывать уже при напряжении 15...16 В. При возникновении перегрузки блока питания (см. рис. 2), как уже отмечалось, отпирается тринистор VS1, который ограничивает ток стабилизатора до небольшой величины. При этом сразу же подзаряжается конденсатор фильтра основного выпрямителя (С2) примерно до амплитудного значения переменного напряжения (при нижнем положении переключателя SA2.1 это напряжение не менее 20 В) и создаются условия для быстрого и надежного срабатывания реле.

Переключатели SA2 — малогабаритные галетные типа 11П3НПМ. Во втором блоке контакты двух секций этого переключателя запараллелены и используются для коммутации секций силового трансформатора. При включенном блоке питания изменять положение переключателя SA2 следует при токах нагрузки, не превышающих 0,2...0,3 А. Если ток нагрузки превышает указанные значения, то для предотвращения искрообразования и обгорания контактов переключателя изменять выходное напряжение блока следует только после его выключения. Переменные резисторы для плавной регулировки выходного напряжения следует выбирать с зависимостью сопротивления от угла поворота движка типа «А» и желательно проволочные. В качестве сигнальных лампочек H1, H2 применены миниатюрные лампочки накаливания НСМ—9 В—60 мА.

Стрелочный прибор можно применить любой на ток полного отклонения стрелки до 1 мА и размером

лицевой части не более 60×60 мм. При этом нужно помнить, что включение шунта в выходную цепь блока питания увеличивает его выходное сопротивление. Чем больше ток полного отклонения стрелки прибора, тем больше сопротивление шунта (при условии, что внутренние сопротивления приборов одного порядка). Для предотвращения влияния прибора на выходное сопротивление блока питания переключатель SA3 при работе следует устанавливать на измерение напряжения (верхнее по схеме положение). При этом шунт прибора замыкается и исключается из выходной цепи.

Налаживание блоков питания сводится к проверке правильности монтажа, подбору резисторов управляющих ступеней для регулировки выходного напряжения в нужных пределах, установке тока срабатывания защиты и подбору сопротивлений резисторов $R_{ш}$ и $R_{д}$ для стрелочного измерителя. Перед настройкой блоков питания вместо шунта припаивают короткую проволочную перемычку.

При налаживании первого блока его включают в сеть, переключатель SA2 и движок резистора R41 (см. рис. 1) устанавливают в положение, соответствующее максимальному выходному напряжению (верхнее по схеме положение). Затем подбором резистора R22 устанавливают напряжение на выходе блока питания равным 30 В. Переменный резистор R41 можно использовать и другого номинала в пределах 51...120 Ом. При этом номинальное сопротивление резисторов R23—R40 выбирается на 5...10% меньше сопротивления резистора R41.

Далее настраивают защитное устройство. Для этого отпаивают один из выводов диода VD18 и к выходу блока подключают резистор сопротивлением 5...10 Ом мощностью не менее 25 Вт. Затем устанавливают такое выходное напряжение блока, чтобы ток через резистор, контролируемый внешним прибором, составил 2,5 А. Регулируя резистор R17, добиваются срабатывания защиты при этом токе. Закончив настройку, припаивают диод VD18 на место. Для надежного срабатывания защиты при минимальном напряжении сети подбирают резистор R16. От него зависит лавинообразный процесс, приводящий к отпиранию транзисторов VT5 и VT6.

При повторении первого блока питания следует иметь в виду, что провод, идущий от резистора R24 к общему

проводу, необходимо подключать непосредственно к печатной плате, а не к выводам шунта $R_{ш}$ или стрелочного измерителя PA1. Иначе при подключении нагрузки выходное напряжение блока может увеличиваться. Это увеличение может достигать 0,3...0,5 В при максимальном токе нагрузки в зависимости от длины и диаметра провода, соединяющего точку соединения резисторов R12, R20 с точкой соединения конденсатора C12 и шунта $R_{ш}$. Так происходит потому, что падение напряжения, которое образуется на проводах от тока нагрузки, оказывается приложенным последовательно с опорным напряжением к инвертирующему входу ОУ.

При настройке второго блока питания (см. рис. 2) переключатель SA2 и движок резистора R12 устанавливают в положение, соответствующее минимальному выходному напряжению (нижнее по схеме положение). Подбором резистора R21 добиваются на выходе блока напряжения 2,7...3 В. Затем переводят движок резистора R12 в крайнее правое положение (верхнее по схеме) и подбором резистора R10 устанавливают напряжение на выходе блока, равное 6...6,5 В. Далее переводят переключатель SA2 на одно положение вправо и подбирают резистор R20 таким, чтобы выходное напряжение блока увеличилось на 3 В. И так по порядку, каждый раз переводя переключатель SA2 на одно положение вправо, подбирают резисторы R19—R13 до установления на выходе блока питания конечного напряжения 30 В. Резистор R12 для плавной регулировки выходного напряжения можно взять другого номинала: от 300 до 680 Ом, однако, примерно пропорционально нужно изменить сопротивление резисторов R10, R13—R20.

Срабатывание защиты настраивают путем подбора резистора R5.

Добавочный резистор $R_{д}$ и шунт $R_{ш}$ подбирают, сличая показания измерителя PA1 с показаниями внешнего измерительного прибора. При этом внешний прибор должен быть как можно точнее. В качестве добавочного резистора можно использовать один или два последовательно включенных резистора ОМЛТ, МТ на мощность рассеяния не менее 0,5 Вт. При подборе резистора $R_{д}$ переключатель SA3 переводят в положение «Напряжение» и устанавливают на выходе блока питания напряжение 30 В. Внешний прибор, не забыв переклю-

чить его на измерение напряжений, подключают к выходу блока.

В качестве шунта используют отрезок манганиновой или константановой проволоки диаметром 1 мм. При настройке шунта переключатель SA3 переводят в положение «ток», а включают блок питания только после того, как будет припаян отрезок манганинового провода вместо ранее установленной перемычки. В противном случае может выйти из строя стрелочный измеритель PA1. При этом внешний прибор включают последовательно с нагрузкой, в качестве которой можно применить резистор сопротивлением 5...10 Ом, рассчитанный на мощность рассеяния 10...50 Вт. Изменяя выходное напряжение блока питания, устанавливают ток нагрузки 2...2,5 А и, уменьшая или увеличивая длину манганинового провода, добиваются таких же показаний измерителя PA1. Перед каждой операцией по изменению длины шунта нужно не забывать выключать блок питания.

ЗАЩИТА ДВУХПОЛЯРНОЙ НАГРУЗКИ

В. Коробейников

Современный двухполярный стабилизатор напряжения (СН) должен быть оснащен системой защиты от перегрузок и КЗ и от пропадания любого из выходных напряжений. Последнее требование диктуется особенностями нагрузки, содержащей элементы, требующие синхронной подачи и снятия питающих напряжений (например, операционные усилители). СН, описанные в литературе, решают поставленную задачу лишь частично. Например, в двухполярном СН, содержащем систему защиты по току нагрузки в обоих каналах [1], отключаются оба выходных напряжения при перегрузке в каком-либо канале, но не исключено питание нагрузки напряжением лишь одной полярности при неисправности в СН (например, при обрыве в проходном транзисторе) или при пропадании одного из входных напряжений из-за неисправности в выпрямителе. Поэтому двухполярные СН целесообразно дополнять системами контроля пропадания выходных напряжений, принципы организации которых применительно к многоканальным СН изложены в [2]. При этом возникает вопрос о необходимом быстродействии такой системы, так как оно не может быть самоцелью, а должно диктоваться конкретными условиями работы источника и нагрузки.

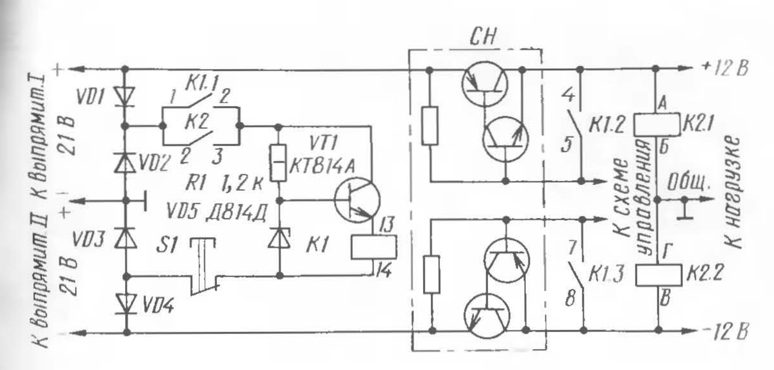


Рис. 1. Схема узла контроля

Если быстродействие защиты от перегрузок и КЗ выбирают с учетом перегрузочных характеристик СН и нагрузки, то при выборе быстродействия системы контроля пропадания выходных напряжений необходимо учитывать следующие обстоятельства. Предположим, что по какой-либо причине одно из выходных напряжений исчезло и система их контроля мгновенно отключила напряжение и на другой шине (в компенсационном СН закрылся проходной транзистор). Но это не означает, что напряжение на этой шине исчезнет также мгновенно, так как его будет поддерживать заряд, накопленный в выходных конденсаторах СН и нагрузки. Это напряжение будет уменьшаться с постоянной времени, определяемой эквивалентным сопротивлением нагрузки и суммарной емкостью в ее цепи. Например, при питании типовой для лабораторных исследований нагрузки током 0,1 А при напряжении 12 В $R_н = 120$ Ом и емкости конденсатора на выходе СН 100 мкФ постоянная времени равна 12 мс. Следовательно, быстродействие системы контроля напряжений определяется временем естественного спада напряжения на нагрузке (если не принято специальных мер для ускорения спада). Исходя из постоянной времени нагрузки можно выбрать элементную базу системы контроля. Наиболее инерционным элементом обычно является исполнительный орган (ИО). Для защиты указанной в данном примере нагрузки вполне подходят электромеханические реле с временем срабатывания 10...20 мс. При таком выборе ИО разумно сочетаются необходимое быстродействие и простота устройств. В некоторых случаях оправдано применение электронных систем контроля, но они, как правило, более сложны.

На рис. 1 приведена схема узла контроля выходных напряжений двухполярного компенсационного СН, в котором датчиком напряжения и ИО являются электромеханические реле. На схеме показаны только регулирующие каскады СН, описанного в [3], но такой узел может быть встроен в любой другой компенсационный СН.

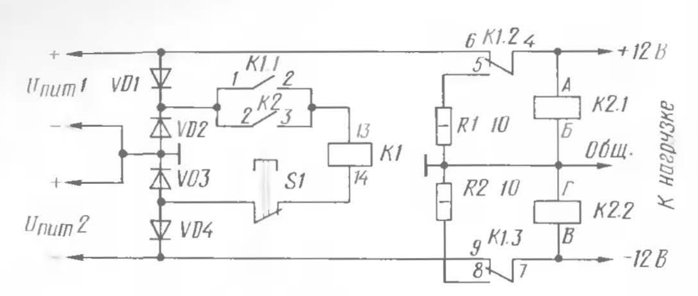


Рис. 2. Схема автономного блока контроля

Двухобмоточное реле К2 является датчиком напряжения, и его обмотки подключены к выходам СН таким образом, что их магнитные потоки действуют встречно. Обмотка реле К1, являющегося ИО, питается входными напряжениями через дешифратор на диодах VD1—VD4.

Дешифратор обеспечивает питание обмотки в любом случае: действуют ли оба входных напряжения или одно из них пропало. Возможная двойная перегрузка обмотки исключается дополнительным параметрическим стабилизатором с усилителем мощности — элементы R1, VD5, VT1. Замыкающие контакты реле К1 подключены к цепям управления регулирующих каскадов СН. Если выходные напряжения соответствуют расчетным значениям, то магнитные потоки обмоток реле К2 взаимоуничтожаются и его контакты разомкнуты. При пропадании одного из напряжений реле К2 срабатывает и контактами 2—3 включает питание обмотки реле К1. Это реле контактами 1—2 становится на самопитание и контактами 4—5 и 7—8 шунтирует сигнал управления регулирующих каскадов СН, в результате чего они закрываются. Повторный запуск производится нажатием на кнопку S1.

При выходных напряжениях 12 В в качестве реле К2 может быть использовано реле типа РЭС-44, паспорт РС4.569.251, реле К1 — типа РЭС-22, паспорт РФ4.500.129 Сп. Диоды могут быть любые, средней мощности, например КД105. Транзистор VT1 следует установить на радиатор площадью 10...20 см^2.

В том случае, когда нагрузка питается от универсальных СН и встраивание в них системы контроля

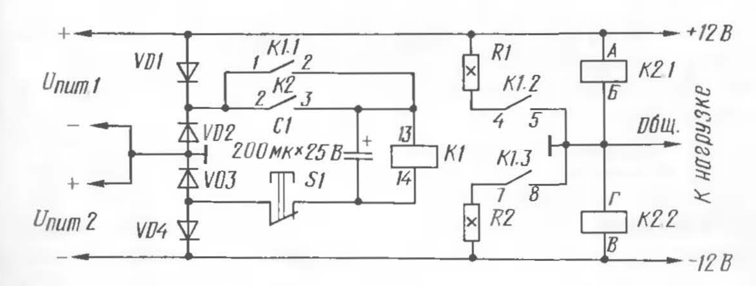


Рис. 3. Схема безобрывного блока контроля

затруднено необходимостью их вскрытия и доработки, целесообразно создание дополнительного автономного блока контроля, включаемого между стабилизаторами и нагрузкой. На рис. 2 приведена схема такого блока. В нем датчиком напряжения также является реле К2, а ИО — реле К1.

При пропадании одного из входных напряжений контактами 4—5—6 и 7—8—9 реле К1 нагрузка отключается от источников питания и через резисторы R1, R2, ограничивающие ток разрядки емкости нагрузки, соединяется с общим проводом. Последнее обстоятельство вызывает ускоренную разрядку емкости нагрузки, что дополнительно сокращает продолжительность ее работы в аварийном режиме.

В данном устройстве, в отличие от предыдущего, питание обмотки реле К1 суммой входных напряжений исключено, так как это реле включается только при пропадании одного из входных напряжений, поэтому не принято никаких мер для ограничения напряжения на обмотке. Для напряжений 12 В типы элементов могут быть такими же, что и в предыдущем устройстве. Следует отметить, что тяжелые условия работы переключающих контактов реле К1 могут привести к некоторому падению напряжения на них, что не всегда допустимо по условиям питания нагрузки. На рис. 3 приведена схема блока контроля, в котором потенциалы входных и выходных клемм всегда равны. При пропадании напряжения, например на шине +12 В, и срабатывании реле К1 его замыкающими контактами 4—5 и 7—8 обе шины соединяются с общим проводом. Вследствие этого потребление тока по шине —12 В резко увеличивается,

и поэтому срабатывает собственная система защиты от перегрузки источника $U_{пит2}$. Наличие таких систем защиты является обязательным для обоих источников данного устройства. Таким образом нагрузка будет обесточена. Чтобы задержать отпускание реле K1 после отключения обоих источников и тем самым обеспечить более глубокий разряд емкости нагрузки, обмотка этого реле зашунтирована конденсатором C1. Резисторы R1,R2 выбирают из условия надежного срабатывания систем защиты источников питания. Например, если в качестве источников применены СН типа Б5-8 с током срабатывания защиты около 3 А, то при рабочем напряжении 12 В резисторы должны быть по 3...4 Ом.

Блоки контроля подключать к источникам питания необходимо одновременно. На несинхронную подачу напряжений система защиты реагирует как на пропадание одного из них (ложное срабатывание), после чего требуется нажать на кнопку S1.

Литература

1. В помощь радиолюбителю. Вып. 84, с. 75, рис. 1.
2. Китаев В. Е., Левинзон С. В. Электрическая защита полупроводниковых источников питания.— М.: Связь, 1977.
3. В помощь радиолюбителю. Вып. 79, с. 31, рис. 4.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СОВЕТЫ

АНОДИРОВАНИЕ АЛЮМИНИЕВЫХ ДЕТАЛЕЙ

В. Сычев

Детали или изделия из алюминия и его сплавов на воздухе окисляются, на их поверхности образуется сероватый налет в виде неравномерных пятен, ухудшающий внешний вид. Для защиты поверхности алюминиевых деталей обычно используется анодирование, то есть анодное оксидирование поверхности, в результате которого на ней образуется тонкий пассивный слой, препятствующий дальнейшей более глубокой коррозии. Анодированная поверхность обладает красивым внешним видом ровного бледно-серого цвета. Кроме того, после анодирования алюминиевые изделия могут быть легко окрашены практически в любой цвет обычными анилиновыми красителями.

Обычно анодирование производится в 20% растворе серной кислоты, что представляет собой некоторые неудобства, так как для этого необходимо наличие самой серной кислоты, которую не всегда легко достать, необходимо иметь ареометр для измерения плотности раствора, наконец, агрессивность раствора влечет необходимость соблюдения определенных мер безопасности. Однако анодирование может производиться без серной кислоты, с использованием таких всегда имеющихся в домашнем хозяйстве химических соединений, как кислый углекислый натрий (питьевая сода) и хлористый натрий (поваренная соль).

Для приготовления электролита готовят раздельно два насыщенных раствора питьевой соды и поваренной соли в кипяченой воде комнатной температуры. Для получения насыщенных растворов количество соды и соли берется избыточное, растворение ведут не менее получаса, время от времени помешивая растворы стеклянной па-

лочкой. Затем растворам дают отстояться в течение десяти минут и сливают их с избытка нерастворившихся соды и соли, после чего целесообразно их профильтровать. Электролит готовится из девяти объемных частей раствора соды и одной объемной части раствора соли с тщательным их перемешиванием. Приготовление электролита ведется в стеклянной посуде.

При изготовлении детали, подлежащей анодированию, необходимо оставить на ней небольшую площадку. Это — так называемый технологический контактный лепесток, который после анодирования удаляется. В нем сверлится отверстие диаметром 3,3 мм под винт М3. Деталь тщательно зачищается мелкой шкуркой, обезжиривается в любом стиральном порошке и промывается в проточной водопроводной воде, после чего к ее поверхности не следует прикасаться руками. Винтом с гайкой к лепестку детали присоединяется провод, предназначенный для ее подключения к положительному полюсу источника тока. Лепесток, винт с гайкой и конец провода покрывают слоем пластилина, чтобы исключить их взаимодействие с электролитом. После этого вся деталь протирается ватой, смоченной ацетоном, и подвешивается в ванночку. Для подвески можно использовать изоляционный стержень из текстолита или оргстекла, положенный на борта ванночки. Ванночка должна быть выполнена из алюминия и соединяется с минусом источника тока через последовательно включенный амперметр (можно использовать авометр в режиме амперметра) и переменный резистор для регулирования тока. Подвешенная деталь не должна касаться ванночки, а минимальное расстояние между ними должно быть порядка 10 мм. В ванночку заливается электролит до такого уровня, чтобы им была покрыта вся деталь, и деталь соединяется с плюсом источника тока. В процессе анодирования видно, что вся поверхность детали начинает покрываться пузырьками газа и легким серым налетом, что указывает на начало процесса. Ориентировочная плотность тока составляет 10...20 мА/см^2. Эту плотность тока нужно умножить на площадь поверхности детали, выраженную в квадратных сантиметрах, и полученное значение тока поддерживается переменным резистором по амперметру. Продолжительность анодирования составляет от одного до полутора часов, ее можно определять и визуально. Когда вся деталь покроется ровным голубовато-серым налетом, процесс анодирования можно считать законченным. В качестве источника тока можно использовать автомобильный аккумулятор или выпрямитель, рассчитанный на напряжение 12...15 В и ток порядка 1,5 А. Если будет использоваться регулируемый источник тока, необходимость в переменном резисторе отпадает.

После окончания анодирования деталь промывается в проточной воде, а затем при помощи ватного тампона, смоченного теплым раствором марганцовокислого калия, очищается от продуктов электрохимической реакции. Поверхность детали после этого становится гладкой и приобретает светло-серый оттенок. Раствор марганцовки должен быть густо темным, но в нем не должно быть нерастворившихся крупинок. Затем деталь вновь промывается в проточной воде и высушивается. Высушенную деталь можно покрыть тонким слоем бесцветного лака.

После анодирования и промывки деталь может быть также окрашена в самые различные цвета. Для этого ее погружают в нагретый до температуры 50...60 °С десятипроцентный раствор анилинового красителя. Насыщенность окраски зависит от времени пребывания детали в красителе, но не должно превышать 20 минут. Анилиновые красители (порошки для окраски шерстяных тканей) продаются в магазинах хозтоваров или бытовой химии. После окраски деталь промывают в проточной воде, высушивают и покрывают бесцветным лаком.

НЕКОТОРЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Б. Колобов

Как известно, хлорное железо, необходимое для травления медной фольги при изготовлении печатных плат, пока еще для радиолюбителей достаточно дефицитно. Однако существует способ регенерации хлорного железа из его отработанных растворов, что позволяет использовать раствор многократно. Принцип регенерации состоит в извлечении из отработанного раствора металлической меди. Для этого можно использовать стеклянную банку емкостью 0,5...0,8 л с полиэтиленовой крышкой.

В крышке делают большое количество отверстий, в которые вставляются обычные толстые стальные гвозди такой длины, чтобы они доставали до дна банки. Расстояние между отверстиями и их диаметр берутся соответственно размерам гвоздей.

Отработанный раствор хлорного железа наливается в банку, которая закрывается крышкой с гвоздями и оставляется примерно на сутки. В результате из раствора выделяется медь и осаждается на поверхности гвоздей. Дополнительно активизировать полученный раствор хлорного железа можно следующим образом. В небольшом количестве воды растворяется одна таблетка гидроперита (концентрат перекиси водорода, продается в аптеках) и вливается в раствор хлорного железа, после чего банка вновь закрывается крышкой с чистыми, не покрытыми медью гвоздями. Под воздействием перекиси водорода двухвалентное железо окисляется до трехвалентного, которое переходит в раствор, а на гвоздях дополнительно выделяется медь. Омедненные гвозди можно использовать по их прямому назначению: покрытие предохранит их от коррозии. В промышленных же условиях медь может быть утилизирована.

Ровный и четкий рисунок проводящей дорожки печатной платы можно получить, используя для нанесения рисунка иглы от медицинских шприцов. Для этого кончик иглы нужно сточить под прямым углом к ее оси. На другой конец иглы надевается медицинская прозрачная пластмассовая трубка длиной 30...40 см. Рисунок на плату наносится нитрокраской, эмалитом или битумным лаком, который подсасывают через трубку, погрузив иглу в раствор краски или лака. Обтерев наружную поверхность иглы, проводят рисунок будущей печатной дорожки, пользуясь для этого линейкой с наклеенными кусочками резины. Имея набор игл разного диаметра, можно наносить дорожки самой различной ширины вплоть до очень узких. Консистенция краски или лака должна быть такой, чтобы рисунок не расплывался по фольге. После работы игла и трубка промываются ацетоном, а внутрь иглы вставляется мандрен (проволочка, препятствующая засорению иглы).

Иглы от медицинских шприцов могут быть использованы для извлечения микросхем из печатных плат. Эта работа обычно связана с большими затруднениями: использование насадок к паяльникам малоэффективно, часто

происходит перегрев выводов микросхемы, а также отслаивание проводящей дорожки от платы. Применение иглы значительно облегчает процесс извлечения микросхемы, исключает ее перегрев, а отверстия в плате оказываются чистыми и готовыми к установке новой микросхемы. Для этого используется игла, диаметр отверстия которой соответствует диаметру выводов микросхемы. Конец иглы стачивают до основания заостренного скоса, а на другой конец надевают кусочек пластмассовой трубки. Конец иглы надевают на выступающий вывод микросхемы, а паяльником разогревают припой возле вывода, одновременно нажимая на иглу. При этом игла входит в отверстие печатной платы, отделяя контактную площадку от вывода микросхемы. Благодаря тому, что игла выполнена из нержавеющей стали, она не залуживается и припой к ней не пристает. Вместе с тем игла отводит тепло от вывода микросхемы во время прогрева пайки. После затвердевания припоя игла снимается с вывода и надевается на следующий вывод. Таким образом, поочередно освобождаются от соединения с платой все выводы микросхемы при их минимальном и кратковременном прогреве. При наличии набора игл разных диаметров можно выпаивать из печатных плат не только микросхемы, но и другие элементы, обеспечивая целостность контактных дорожек платы. Если внутрь иглы попал припой, его удаляют прогревом иглы с помощью паяльника, одновременно продувая иглу через трубку.

Многоконтактные разъемы любой конфигурации можно легко выполнить для печатных плат, имея штырьки и гнезда от обычных разъемов, у которых гнезда выполнены в виде трубочек, а не лир. При этом штырьки впаиваются в плату, на них надеваются гнезда, к которым припаиваются соединительные провода. Затем из плотной бумаги или картона склеивается корытце с отверстиями под гнезда, которые пропускаются через эти отверстия и вновь надеваются на штыри. Зазоры между отверстиями корытца и гнездами герметизируются пластилином, и корытце заливается твердеющей пластмассой — протакрилом (применяется в зубной технике) или эпоксидной смолой. После затвердевания пластмассы разъем рассоединяется, корытце удаляется, а поверхность пластмассы может быть обработана напильником. Перед заливкой наружную поверхность гнезд целесообразно обезжирить, а штырей — смазать вазелином.

СОДЕРЖАНИЕ

АВТОМАТИКА В БЫТУ И НА ТРАНСПОРТЕ

А. Коваль Автомат световых эффектов на ППЗУ 3
Ю. Коверга. Охранное устройство для автомобиля 9

ЦИФРОВАЯ ТЕХНИКА

С. Шахпаронян. Подключение микроЭВМ БК0010 к унифицированным цветным телевизорам 19
Ю. Кривошеев. Преобразователь цифровых сигналов двоичного кода для семисегментного индикатора 23

РАДИОПРИЕМ

В. Быков. Приемник на операционном усилителе 28

РАДИОИЗМЕРЕНИЯ

Б. Колобов. Карманный цифровой частотомер 33
Ю. Гриев. Аналоговый частотомер с автоматическим выбором предела измерения 40

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

В. Фомин. Зарядное устройство 52
А. Ануфриев. Мощные лабораторные блоки питания 54
В. Коробейников. Защита двухполярной нагрузки 70

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СОВЕТЫ

В. Сычев. Анодирование алюминиевых деталей 75
Б. Колобов. Некоторые рекомендации 77